COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 JUILLET 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Addition à mon Mémoire sur le principe de la moindre action* (¹); par M. J.-A. Serret.

« Je me propose de transformer les équations (49) et (52) de mon Mémoire.

» Posons

$$(1)\qquad A_{i,\mu} = \sum_k \frac{\partial^2 T}{\partial q'_i \partial q'_k} X_{k,\mu},\quad B_{i,\mu} = \sum_k G_{k,i} X_{k,\mu},\quad C_{i,\mu} = \sum_k L_{k,i} X_{k,\mu};$$

l'indice i a les valeurs $1, 2, \ldots, n$; mais le second indice μ n'a que les valeurs $1, 2, \ldots, (n-1)$. Je donnerai cependant à μ la valeur n, en convenant que $X_{k,n}$ représentera simplement q'_k. Ainsi l'on aura

$$(2)\qquad A_{i,n} = \sum_k \frac{\partial^2 T}{\partial q'_i \partial q'_k} q'_k,\quad B_{i,n} = \sum_k G_{k,i} q'_k,\quad C_{i,n} = \sum_k L_{k,i} q'_k.$$

(¹) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXXVIII, p. 151, et *Bulletin des Sciences mathématiques*, t. II, 1re série, p. 97.

» D'après cela, la formule (49) deviendra

$$(3)\qquad \sum_i A_{i,\mu}\frac{d^2 X_{i,\lambda}}{dt^2}+\sum_i B_{i,\mu}\frac{dX_{i,\lambda}}{dt}+\sum_i C_{i,\mu}X_{i,\lambda}=0,$$

l'indice μ ayant les valeurs $1, 2, \ldots, (n-1)$. Et, si l'on pose

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} g_i &= 2\frac{d\dfrac{\partial T}{\partial q'_i}}{dt}-\sum_k G_{k,i}q'_k,\\ h_i &= \frac{d^2\dfrac{\partial T}{\partial q'_i}}{dt^2}-\sum_k L_{k,i}q'_k,\end{aligned}\right.$$

la formule (52) deviendra

$$(5)\qquad \sum_i A_{i,n}\frac{d^2 X_{i,\lambda}}{dt^2}+\sum_i (B_{i,n}+g_i)\frac{dX_{i,\lambda}}{dt}+\sum_i (C_{i,n}+h_i)X_{i,\lambda}=0.$$

Ainsi la formule (3) vaudra encore pour $\mu=n$, à la condition cependant que l'on ait soin d'ajouter g_i à $B_{i,n}$ et h_i à $C_{i,n}$.

» Cela étant, posons

$$(6)\qquad \Omega=\begin{vmatrix} A_{1,1} & A_{2,1} & \ldots & A_{i,1} & \ldots & A_{n,1}\\ A_{1,2} & A_{2,2} & \ldots & A_{i,2} & \ldots & A_{n,2}\\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\\ A_{1,\mu} & A_{2,\mu} & \ldots & A_{i,\mu} & \ldots & A_{n,\mu}\\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\\ A_{1,n} & A_{2,n} & \ldots & A_{i,n} & \ldots & A_{n,n}\end{vmatrix},$$

et désignons par $\Omega^{(i,\mu)}$ ce que devient le déterminant Ω quand on supprime la $i^{\text{ème}}$ colonne verticale et la $\mu^{\text{ième}}$ ligne horizontale. On aura évidemment

$$(7)\qquad \Omega=\sum_\mu \Omega^{(j,\mu)}A_{j,\mu},\quad \text{et}\quad 0=\sum_\mu \Omega^{(j,\mu)}A_{i,\mu}\quad \text{quand}\quad i \gtrless j;$$

dans ces formules l'indice μ prend les valeurs $1, 2, \ldots, n$.

» Multiplions la formule (3) par $\Omega^{(j,\mu)}$ et sommons relativement à μ, en ayant soin d'ajouter g_i et h_i à $B_{i,\mu}$ et $C_{i,\mu}$ respectivement lorsque μ devient égal à n. On aura, en ayant égard aux formules (7),

$$(8)\qquad \Omega\frac{d^2 X_{j,\lambda}}{dt^2}+\sum_i\left(\sum_\mu B_{i,\mu}\Omega^{(j,\mu)}+g_i\Omega^{(j,n)}\right)\frac{dX_{i,\lambda}}{dt}+\sum_i\left(\sum_\mu C_{i,\mu}\Omega^{(j,\mu)}+h_i\Omega^{(j,n)}\right)X_{i,\lambda}=0.$$

» Cette formule (8) donne les équations (49) et (52) de mon Mémoire, résolues par rapport aux dérivées du second ordre; mais on peut la simplifier.

» L'invariant Δ de la force vive a pour valeur

$$(9) \qquad \Delta = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 T}{\partial q'_1 \partial q'_1} & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_2 \partial q'_1} & \cdots & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_\nu \partial q'_1} & \cdots & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_n \partial q'_1} \\ \frac{\partial^2 T}{\partial q'_1 \partial q'_2} & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_2 \partial q'_2} & \cdots & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_\nu \partial q'_2} & \cdots & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_n \partial q'_2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{\partial^2 T}{\partial q'_1 \partial q'_j} & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_2 \partial q'_j} & \cdots & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_\nu \partial q'_j} & \cdots & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_n \partial q'_j} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{\partial^2 T}{\partial q'_1 \partial q'_n} & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_2 \partial q'_n} & \cdots & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_\nu \partial q'_n} & \cdots & \frac{\partial^2 T}{\partial q'_n \partial q'_n} \end{vmatrix},$$

et, à cause de $X_{k,n} = q'_k$, le déterminant X est

$$(10) \qquad X = \begin{vmatrix} X_{1,1} & X_{2,1} & \cdots & X_{j,1} & \cdots & X_{n,1} \\ X_{1,2} & X_{2,2} & \cdots & X_{j,2} & \cdots & X_{n,2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{1,\mu} & X_{2,\mu} & \cdots & X_{j,\mu} & \cdots & X_{n,\mu} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{1,n} & X_{2,n} & \cdots & X_{j,n} & \cdots & X_{n,n} \end{vmatrix}.$$

» Puisque l'on a par (1)

$$A_{i,\mu} = \frac{\partial^2 T}{\partial q'_1 \partial q'_i} X_{1,\mu} + \frac{\partial^2 T}{\partial q'_2 \partial q'_i} X_{2,\mu} + \ldots + \frac{\partial^2 T}{\partial q'_n \partial q'_i} X_{n,\mu},$$

on aura d'abord, par un théorème connu ([1]),

$$(11) \qquad \Omega = \Delta X.$$

Si ensuite on supprime dans Δ la $j^{\text{ième}}$ ligne horizontale et dans X la $\mu^{\text{ième}}$, on aura deux suites de $n(n-1)$ éléments qui seront dans les conditions du théorème auquel je viens de me référer. Si, dans chacune de ces suites, on supprime la $l^{\text{ième}}$ colonne verticale, on aura deux déterminants que je représenterai par

$$\Delta^{(j,l)}, \quad X^{(\mu,l)},$$

([1]) *Voir* tome I de mon *Algèbre supérieure*, p. 541 (4ᵉ édition).

et le théorème dont la formule (11) est une première application donnera en outre

$$(12) \qquad \Omega^{(j,\mu)} = \sum_l \Delta^{(j,l)} X^{(\mu,l)},$$

l'indice l devant prendre les valeurs 1, 2, ..., n.

» Maintenant, on a, par (1) et (12),

$$\sum_\mu B_{i,\mu}\, \Omega^{(j,\mu)} = \sum_k \sum_l G_{k,i}\, \Delta^{(j,l)} \sum_\mu X^{(\mu,l)} X_{k,\mu},$$

$$\sum_\mu C_{i,\mu}\, \Omega^{(j,\mu)} = \sum_k \sum_l L_{k,i}\, \Delta^{(j,l)} \sum_\mu X^{(\mu,l)} X_{k,\mu}.$$

» Or $\sum_\mu X^{(\mu,l)} X_{k,\mu} = 0$ quand l diffère de k et $= X$ quand $l = k$; donc

$$(13) \qquad \begin{cases} \sum_\mu B_{i,\mu} \Omega^{(j,\mu)} = X \sum_k G_{k,i}\, \Delta^{(j,k)}, \\ \sum_\mu C_{i,\mu} \Omega^{(j,\mu)} = X \sum_k L_{k,i}\, \Delta^{(j,k)}; \end{cases}$$

en outre, la formule (12) donne

$$\Omega^{(j,n)} = \sum_l \Delta^{(j,l)} X^{(n,l)};$$

mais $X^{(n,l)}$ n'est autre chose que le $X^{(l)}$ du Mémoire, dont la formule (60) donne

$$X^{(l)} = \frac{X}{2T} \frac{\partial T}{\partial q'_l} = \frac{X}{2T} \sum_k \frac{\partial^2 T}{\partial q'_k\, \partial q'_l}\, q_k;$$

on a donc

$$\Omega^{(j,n)} = \frac{X}{2T} \sum_k q'_k \sum_l \Delta^{(j,l)} \frac{\partial^2 T}{\partial q'_l\, \partial q'_k}.$$

Enfin $\sum_l \Delta^{(j,l)} \frac{\partial^2 T}{\partial q'_l\, \partial q'_k}$ est $= 0$ si $k \gtrless j$ et $= \Delta$ si $k = j$; donc

$$(14) \qquad \Omega^{(j,n)} = \frac{\Delta X}{2T} q'_j.$$

» On voit, par les formules (11), (13) et (14), que toute l'équation (8)

est divisible par X. Divisant aussi par Δ, il vient

$$(15)\qquad \frac{d^2 X_{j,\lambda}}{dt^2} + \sum_i P_{i,j} \frac{d X_{i,\lambda}}{dt} + \sum_i Q_{i,j} X_{i,\lambda} = 0,$$

en faisant, pour abréger,

$$(16)\qquad \left\{ \begin{aligned} P_{i,j} &= \frac{1}{\Delta} \sum_k G_{k,i} \Delta^{(j,k)} + \left(2 \frac{d \frac{\partial T}{\partial q'_i}}{dt} - \sum_k G_{k,i} q'_k \right) \frac{q'_j}{2T}, \\ Q_{i,j} &= \frac{1}{\Delta} \sum_k L_{k,i} \Delta^{(j,k)} + \left(\frac{d^2 \frac{\partial T}{\partial q'_i}}{dt^2} - \sum_k L_{k,i} q'_k \right) \frac{q'_j}{2T}. \end{aligned} \right.$$

» Ces coefficients $P_{i,j}$, $Q_{i,j}$ sont des fonctions connues du temps; ils sont de plus indépendants de l'indice λ, en sorte que la recherche des $n(n-1)$ fonctions $X_{i,\lambda}$ est ramenée à l'intégration des équations linéaires comprises dans la formule

$$(17)\qquad \frac{d^2 \Theta_j}{dt^2} + \sum_i P_{i,j} \frac{d\Theta_i}{dt} + \sum_i Q_{i,j} \Theta_i = 0.$$

» A ces équations (17), au nombre de n, il faut joindre l'équation

$$(18)\qquad \sum \frac{\partial T}{\partial q'_j} \Theta_j = 0,$$

qui permettrait l'élimination de l'une des fonctions Θ. Il est évident que l'équation obtenue en différentiant deux fois la (18) est une conséquence des équations (17). On peut s'en assurer par un calcul facile, qui servira de vérification de nos formules.

» La première équation (16) donne, à cause de $\frac{\partial T}{\partial q'_j} = \sum_g \frac{\partial^2 T}{\partial q'_j \partial q'_g} q'_g$,

$$\sum_j P_{i,j} \frac{\partial T}{\partial q'_j} = \frac{1}{\Delta} \sum_g \sum_k G_{k,i} q'_g \sum_j \Delta^{(j,k)} \frac{\partial^2 T}{\partial q'_j \partial q'_g} + \left(2 \frac{d \frac{\partial T}{\partial q'_i}}{dt} - \sum_k G_{ik} q'_k \right) \frac{1}{2T} \sum_j \frac{\partial T}{\partial q'_j} q'_j.$$

Mais $\sum_j \Delta^{(j,k)} \frac{\partial^2 T}{\partial q'_j \partial q'_g}$ est égal à Δ si $g = k$ et à zéro si g diffère de k. La première partie du second membre de (16) se réduit donc à $\sum_k G_{k,i} q'_k$; mais

$\frac{1}{2T}\sum_j \frac{\partial T}{\partial q'_j}$ se réduit à 1; donc

$$(19)\qquad \sum_j P_{i,j}\frac{\partial T}{\partial q'_j} = 2\frac{d\frac{\partial T}{\partial q'_i}}{dt};$$

le même calcul donne

$$(20)\qquad \sum_j Q_{i,j}\frac{\partial T}{\partial q'_j} = \frac{d^2\frac{\partial T}{\partial q'_i}}{dt}.$$

» Cela posé, multiplions l'équation (17) par $\frac{\partial T}{\partial q'_j}$ et sommons par rapport à j; on aura, à cause des formules (19) et (20),

$$(21)\qquad \sum_j \frac{\partial T}{\partial q'_j}\frac{d^2\Theta_j}{dt^2} + 2\sum_i \frac{d\frac{\partial T}{\partial q'_i}}{dt}\frac{d\Theta_i}{dt} + \sum_i \frac{d^2\frac{\partial T}{\partial q'_i}}{dt^2}\Theta_i = 0.$$

On peut écrire j et i dans les deux derniers termes, et alors l'équation (21) coïncidera avec celle que l'on obtient en différentiant deux fois l'équation (18).

» On peut simplifier les expressions de $P_{i,j}$, $Q_{i,j}$. On a [formule (48) du Mémoire]

$$\sum_k G_{k,i}q'_k = \sum_k \left[\frac{d\left(\frac{\partial^2 T}{\partial q'_i\,\partial q'_k}q'_k\right)}{dt} - \frac{\partial^2 T}{\partial q'_i\,\partial q'_k}q''_k - \frac{\partial^2 T}{\partial q'_i\,\partial q_k}q'_k + \frac{\partial^2 T}{\partial q'_k\,\partial q_i}q'_k\right].$$

Le premier terme du second membre se réduit à $\frac{d\frac{\partial T}{\partial q'_i}}{dt}$ et, en conséquence, il détruit les deux termes suivants; le dernier terme se réduit à $2\frac{\partial T}{\partial q_i}$; donc

$$(22)\qquad \sum_k G_{k,i}q'_k = 2\frac{\partial T}{\partial q_i}.$$

On a aussi, par (50) du Mémoire,

$$\sum_k L_{k,i}\,q'_k = \sum_k \left[\frac{d\left(\frac{\partial^2 T}{\partial q'_k\,\partial q_i}q'_k\right)}{dt} - \frac{\partial^2 T}{\partial q'_k\,\partial q_i}q''_k - \frac{\partial^2 T}{\partial q_i\partial q_k}q'_k - \frac{\partial^2 U}{\partial q_i\partial q_k}q'_k + \frac{2}{T}\frac{\partial U}{\partial q_i}\frac{\partial U}{\partial q_k}q'_k\right].$$

Le premier terme du second membre donne $2\,\dfrac{d\dfrac{\partial T}{\partial q_i}}{dt}$ et sa moitié détruit les deux termes suivants. On a donc

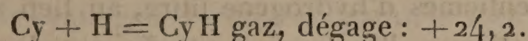
$$(23)\qquad \sum_k L_{k,i}q'_k = \frac{d\dfrac{\partial T}{\partial q_i}}{dt} - \frac{d\dfrac{\partial U}{\partial q_i}}{dt} + \frac{2}{T}\frac{\partial U}{\partial p_i}\frac{dU}{dt}.$$

Alors les formules (16) donnent

$$(24)\qquad \begin{cases} P_{i,j} = \dfrac{1}{\Delta}\displaystyle\sum_k G_{k,i}\Delta^{(j,k)} + \dfrac{1}{T}\dfrac{\partial U}{\partial q_i}q'_j, \\[2ex] Q_{i,j} = \dfrac{1}{\Delta}\displaystyle\sum_k L_{k,i}\Delta^{(j,k)} + \dfrac{1}{T}\left(\dfrac{d\dfrac{\partial U}{\partial q_i}}{dt} - \dfrac{1}{T}\dfrac{\partial U}{\partial q_i}\dfrac{dU}{dt}\right)q'_j. \text{ »} \end{cases}$$

CHIMIE. — *Sur la combinaison directe du cyanogène avec l'hydrogène et les métaux.* Note de M. **Berthelot.**

« 1. J'ai mesuré la chaleur de formation de l'acide cyanhydrique et celle du cyanogène, depuis leurs éléments; la comparaison des deux nombres (— 14,1 et — 38,3) montre que la synthèse de l'acide cyanhydrique au moyen du cyanogène et de l'hydrogène doit dégager une quantité de chaleur considérable :



Cy + H = CyH gaz, dégage : + 24,2.

» C'est là un résultat tout à fait conforme aux analogies du cyanogène avec le chlore; le chiffre même n'est pas fort éloigné de la chaleur de formation du gaz chlorhydrique (+ 22,0). Il semble donc que le cyanogène doive pouvoir être combiné directement, à la façon du chlore, avec l'hydrogène.

» 2. La stabilité même du gaz cyanhydrique n'y fait pas obstacle. J'ai vérifié que ce corps, dans l'état gazeux, produit et renfermé à 29° dans un tube de verre dur que l'on scelle à la lampe, peut être chauffé pendant trois à quatre heures vers 550°, sans donner aucun signe de décomposition ou de dissociation.

» 3. Cependant Gay-Lussac, à qui nous devons la découverte du cyanogène, déclare avoir fait des essais infructueux pour unir le cyanogène avec l'hydrogène, sous l'influence de la chaleur ou de l'étincelle électrique.

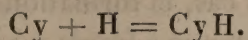
Mais, à cette époque, le rôle du temps dans certaines combinaisons n'était pas suffisamment apprécié. J'ai cru opportun de faire de nouveaux essais.

» 4. En effet, cette conclusion négative n'est pas fondée pour ce qui touche l'étincelle électrique. J'ai montré, il y a une douzaine d'années [*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 418 (1866), et t. XVIII, p. 162 (1869)], que le cyanogène, mêlé d'hydrogène et soumis à l'influence d'une série d'étincelles, se change en acétylène et en acide cyanhydrique. Entre l'acétylène, l'acide cyanhydrique, l'azote et l'hydrogène (ce dernier étant employé en excès), il se développe des équilibres caractéristiques. La synthèse de l'acide cyanhydrique, manifestée dans cette circonstance, est donc réelle, mais compliquée de celle de l'acétylène ; le cyanogène pur est d'ailleurs détruit en ses éléments jusqu'à la dernière trace par une série d'étincelles électriques. Il résulte de ces faits que l'on ne saurait dire si l'hydrogène se combine avec le cyanogène ; ou bien si ce n'est pas plutôt l'acétylène qui se forme d'abord aux dépens du cyanogène, avec mise en liberté d'azote, lequel se recombinerait ensuite directement à l'acétylène pour former l'acide cyanhydrique, conformément à la synthèse de ce corps par l'azote libre et l'acétylène, que j'ai découverte.

» 5. J'ai obtenu des résultats plus simples, et par conséquent plus décisifs, par la seule influence de la chaleur. Déjà le cyanogène et l'hydrogène purs et secs, mêlés à volumes rigoureusement égaux et dirigés lentement à travers un tube de verre étroit, que l'on chauffe vers 500° à 550°, donnent quelque signe de combinaison. Les gaz, à la sortie du tube, ne renferment plus que 47 à 48 centièmes d'hydrogène libre, au lieu des 50 centièmes originels; 2 à 3 centièmes d'hydrogène sur 50 ont donc disparu, c'est-à-dire sont entrés en combinaison, sans autre complication d'ailleurs.

» 6. Mais la réaction est plus complète, si on la prolonge, en opérant sur le même mélange renfermé dans un tube de verre dur, scellé à la lampe et maintenu pendant plusieurs heures vers 500° à 550°. Le tube employé, étant ensuite ouvert sur le mercure, a manifesté d'abord une diminution d'un septième environ dans le volume gazeux : diminution qui s'explique par la formation fort apparente d'une certaine dose de paracyanogène. La potasse a absorbé aussitôt cinq septièmes du gaz, le dernier septième étant constitué par de l'hydrogène à peu près pur : ce qui a été établi en analysant le gaz par combustion. Le volume de cet hydrogène étant sensiblement égal à la condensation primitive (laquelle représente le cyanogène changé en paracyanogène), il en résulte que le gaz absorbable par la potasse était formé d'acide cyanhydrique, sensiblement exempt de cya-

nogène libre. La réaction des deux gaz s'était donc exercée directement et conformément à l'équation théorique



$$\mathrm{Cy} + \mathrm{H} = \mathrm{CyH}.$$

C'est bien là un phénomène assimilable à la synthèse de l'acide chlorhydrique; toute la différence est dans la lenteur plus grande et la température plus élevée de la réaction, température qui est celle à laquelle l'hydrogène devient actif et se combine directement soit avec l'oxygène, soit avec l'éthylène et les autres carbures d'hydrogène.

» 7. Quand la température est plus basse et la réaction moins prolongée, la combinaison entre l'hydrogène et le cyanogène n'est pas aussi complète, et il reste une certaine dose de cyanogène non combiné : ce qui se traduit par l'excès du volume de l'hydrogène résiduel sur la condensation initiale. Au contraire, à une température notablement plus élevée, on peut observer de l'azote libre. Cependant la dissociation de l'acide cyanhydrique ne paraît jouer aucun rôle dans les conditions où il prend naissance, l'acide cyanhydrique demeurant intact à la même température, ainsi qu'il a été dit plus haut.

» 8. Après avoir combiné le cyanogène avec l'hydrogène, il était naturel de tâcher de l'unir aux métaux. Gay-Lussac l'a fait avec succès pour le potassium; mais, avec les autres métaux réagissant au rouge, on enseigne qu'il se produit seulement de l'azote et un carbure métallique.

» J'ai reconnu que c'est encore là une question de temps et de température. A 300°, le cyanogène forme des cyanures avec le zinc, le cadmium, le fer, au contact desquels il se trouve maintenu dans un tube scellé. Le cyanogène ne fournit d'ailleurs aucune trace d'azote à cette température et au contact de ces métaux; une faible portion seulement se change en produits condensés (paracyanogène, etc.). La formation de ces produits et celle des cyanures déterminent à la surface du métal un enduit brunâtre, qui arrête l'action en empêchant le contact, mais sans qu'il y ait dissociation proprement dite, les cyanures précédents étant stables par eux-mêmes à 300°. La proportion du cyanogène ainsi absorbé s'est élevée au tiers, à la moitié et davantage, suivant l'étendue des surfaces métalliques [1].

---

[1] Pour constater la formation des cyanures, on lave à grande eau le métal, afin d'éliminer les traces de cyanogène condensées à sa surface; puis on le traite par la potasse étendue et froide, laquelle décompose déjà les cyanures de zinc et de cadmium; enfin par

» Le zinc est déjà attaqué à froid au bout de quelques jours, mais superficiellement; à 100°, après trois ou quatre heures, il y a absorption manifeste du cyanogène. Dans les deux cas, la formation du cyanure a été constatée.

» Le cadmium n'est pas attaqué à froid; à 100°, il donne des indices de réaction. Le fer n'a rien fourni à 100°.

» Le cuivre, le plomb, n'ont pas fourni de cyanures, ni à 100° ni à 300°. Vers 500° à 550°, ils en ont produit une dose faible; mais en même temps il y a eu formation d'une matière charbonneuse et d'azote libre qui demeurait mêlé à l'excès de cyanogène : circonstance qui se manifeste aussi avec le fer vers 550°.

» Enfin, l'argent et le mercure ne se sont combinés au cyanogène à aucune température, bien qu'ils se soient recouverts aussi d'un enduit brunâtre. Sans doute la température nécessaire pour provoquer la réaction serait supérieure au degré suffisant pour provoquer la décomposition.

» Le mercure, maintenu soit vers 200°, soit vers 300°, pendant longtemps dans une atmosphère de cyanogène, où il se sublimait, n'a pas fourni la moindre trace de cyanure de mercure. Cependant, dans la préparation du cyanogène, le cyanure de mercure se sublime d'une façon très appréciable (¹). Ce composé possède donc une tension de vapeur sensible; mais il ne paraît avoir aucune tension de dissociation : ce qui est conforme à la distinction établie par M. Troost entre ces deux genres de tensions.

» 9. Ainsi le cyanogène forme directement l'acide cyanhydrique et les cyanures. C'est ici le lieu d'insister sur le double caractère du cyanogène et sur la double série à laquelle il appartient, dans la classification des composés organiques.

» En effet, l'acide cyanhydrique appartient à la série forménique, par

---

la potasse fondante, laquelle décompose les autres cyanures métalliques (fer, cuivre, etc.). Aux solutions alcalines on ajoute du sulfate ferrosoferrique, puis de l'acide chlorhydrique étendu; ce qui fournit du bleu de Prusse, quand il y a des cyanures.

Les résultats négatifs, obtenus avec les produits bruns condensés sur le verre isolé, ou sur l'argent et le mercure à toute température, ou sur le plomb et le cuivre à 100° et à 300°, ou sur le fer à froid et à 100°, produits en partie solubles dans la potasse froide, fournissent la contre-épreuve et la vérification du procédé analytique employé.

Les métaux mis en œuvre étaient secs, brillants, et, dans certains cas, purifiés par les actions successives de l'hydrogène et de l'azote au rouge sombre.

(¹) Il est moins volatil que le chlorure de mercure; car ce dernier donne un sublimé très sensible à 250° : température qui ne fournit rien ou presque rien avec le cyanure, si ce n'est un commencement de décomposition, très manifeste au bout d'une heure.

sa condensation gazeuse, aussi bien que par ses métamorphoses en acide formique et en formène, cette dernière obtenue au moyen du gaz iodhydrique dans mes expériences :



$$(C^2Az)^2, \quad C^2HAz, \quad C^2H^2O^4, \quad C^2H^4.$$

» Au contraire, le cyanogène se change en acide oxalique par hydratation, et même en hydrure d'éthylène, toujours au moyen de l'acide iodhydrique :



$$C^4Az^2, \quad C^4H^2O^8, \quad C^4H^6.$$

» Si donc on consultait seulement les règles ordinaires acceptées par les auteurs qui s'occupent de Chimie organique, on devrait ranger le cyanogène dans la série éthylique, à laquelle il appartient par sa condensation.

» Mais ces règles sont trop systématiques. En réalité, le cyanogène forme le passage entre les deux séries, et ses propriétés montrent que la démarcation de ces deux séries n'est pas plus absolue que celle des corps simples (chlore, brome, iode), opposés à leurs composés binaires (acide chlorhydrique, etc.) ; substances entre lesquelles existent les mêmes rapports de condensation.

» Tel est aussi le cas du protohydrure de carbone (acétylène), formé par l'association de ses éléments, à atomes égaux comme le cyanogène. Ce composé joue également un double rôle, à savoir : d'une part le rôle d'un corps appartenant à la série éthylique, lorsqu'il engendre directement l'acide acétique, l'acide oxalique, l'éthylène et l'hydrure d'éthylène, toutes substances de même condensation,



$$C^4H^2, \quad C^4H^4O^4, \quad C^4H^2O^8, \quad C^4H^4, \quad C^4H^6,$$

et, d'autre part, le rôle d'un radical composé, lequel engendre tout aussi directement la série forménique, lorsqu'il produit le formène, avec l'hydrogène libre (au rouge sombre), et l'acide cyanhydrique, avec l'azote (par l'étincelle) :



$$(C^2H)^2, \quad C^2H^4, \quad C^2HAz.$$

» La formation synthétique de l'acide cyanhydrique, en particulier : soit par l'union directe du cyanogène et de l'hydrogène, à volumes égaux et sans condensation; soit par l'union directe de l'acétylène et de l'azote, à volumes égaux et sans condensation,



$$C^2Az + H = C^2AzH, \quad C^2H + Az = C^2HAz,$$

établit une relation frappante entre ces deux corps, envisagés comme des radicaux composés véritables.

» 10. Quoi qu'il en soit, la généralité de la Science trouve une nouvelle confirmation dans les expériences que je viens d'exposer. Les analogies classiques du cyanogène avec les corps halogènes reposaient surtout jusqu'à présent sur les formules de leurs composés, plutôt que sur les méthodes employées pour former ceux-ci. On ne comprenait pas, par exemple, pourquoi l'acide cyanhydrique et les cyanures métalliques, corps produits en théorie avec dégagement de chaleur, comme les chlorures et l'acide chlorhydrique, ne pouvaient point cependant être obtenus de la même manière par synthèse directe. Les faits que je viens de présenter montrent que, non-seulement les formules sont les mêmes, mais aussi la génération effective, la diversité se trouvant réduite au détail des conditions de préparation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les radicaux organométalliques de l'étain. Stannbutyles et stannamyles.* Note de MM. **A. Cahours** et **E. Demarçay**.

« Après avoir décrit sommairement, dans le n° 22 de ces *Comptes rendus*, page 1112, le mode de production et les caractères principaux des dérivés du stannpropyle et de l'isostannpropyle, nous nous proposons de faire connaître, dans cette nouvelle Note, les propriétés de leurs homologues supérieurs, les *stannbutyles* et les *stannamyles*, qui présentent avec eux les analogies les plus étroites.

» *Stannbutyles.* — Après avoir chauffé dans des ballons scellés des feuilles d'étain avec de l'iodure d'isobutyle pendant douze jours au bain-marie, la chauffe ayant duré huit heures par jour, nous avons constaté que le tiers à peine de l'iodure mis en expérience avait réagi. En soumettant, en effet, le contenu des ballons à la distillation, nous avons recueilli les deux tiers environ de l'iodure employé, qui a passé entre 120° et 125°. Un temps d'arrêt s'est alors manifesté; puis, la température s'étant élevée rapidement, nous avons changé de récipient. Vers 240° à 250°, alors qu'il ne s'était condensé dans le vase annexé à la cornue que quelques gouttes, le liquide contenu dans cette dernière s'est troublé, de l'iodure d'étain s'est séparé en assez forte proportion, en même temps qu'il s'est dégagé un gaz que nous avons recueilli dans des éprouvettes. Ce dernier, qui présentait l'odeur caractéristique du butylène, a donné, par son contact avec le brome, qui

l'absorbe partiellement, un liquide pesant qui, débarrassé de l'excès de ce corps par l'agitation avec une solution étendue de potasse, était complètement incolore et bouillait entre 158° et 160°. La partie du gaz non absorbée par le brome brûlait avec une flamme très éclairante.

» En continuant la distillation, nous avons vu le thermomètre monter rapidement à 280°; nous avons alors changé de récipient; puis, entre cette température et 300°, la presque totalité du liquide a passé. Soumis à la redistillation, il nous a fourni, en éprouvant une décomposition partielle, un liquide bouillant entre 290° et 295°, que nous avons débarrassé par la filtration d'une petite quantité de diiodure d'étain qui y était tenu en suspension. Le liquide incolore que nous avons ainsi recueilli ne présentait qu'à un degré très affaibli l'odeur piquante des iodures de distannpropyle et diisostannpropyle.

» Ayant, dans une seconde expérience, prolongé pendant vingt-cinq jours le contact entre l'iodure d'isobutyle et les feuilles d'étain, c'est-à-dire pendant un temps double, nous avons constaté que la moitié de l'iodure alcoolique au moins avait été attaquée. Si au lieu d'opérer au bain-marie on fait l'expérience au bain d'huile entre 120° et 125°, l'attaque est beaucoup plus rapide.

» L'analyse du diiodure de diisostannbutyle conduit à la formule

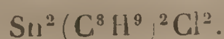


$$Sn^2(C^8H^9)^2I^2.$$

» La quantité d'iode trouvée est toujours un peu plus faible que celle qu'indique la théorie, ce qui tient à la présence d'une très petite quantité d'iodure de tristannisobutyle.

» L'ammoniaque et la potasse en solutions aqueuses le décomposent et déterminent la précipitation d'une substance floconneuse, blanche, amorphe, présentant l'aspect des oxydes de distannpropyle et diisostannpropyle.

» L'acide chlorhydrique le transforme en une huile pesante, incolore et très mobile, qui se concrète à la température de + 5° à + 6° en une masse cristalline formée d'aiguilles soyeuses qui présentent l'aspect de l'asbeste. Ce produit, qui n'est autre que le dichlorure, bout entre 260° et 262°. Sa composition est représentée par la formule



$$Sn^2(C^8H^9)^2Cl^2.$$

» L'acide bromhydrique agit à la manière de l'acide chlorhydrique et

donne pareillement un produit huileux, qui très probablement est le dibromure.

» L'acide acétique donne avec l'oxyde de diisostannbutyle un sel qui se présente tantôt sous la forme d'aiguilles minces, tantôt sous la forme de prismes courts et très brillants. L'acide formique se comporte de la même manière.

» L'acide sulfurique donne un sel qui cristallise en prismes courts et brillants. L'azotate cristallise très nettement.

» L'acide oxalique forme un précipité blanc dans la dissolution des sels d'isobutyle. L'acide tartrique donne avec l'oxyde d'isostannbutyle des sels cristallisés.

» Lorsque dans l'expérience précédente on remplace les feuilles d'étain par un alliage de ce métal et de sodium renfermant de 8 à 10 pour 100 de ce dernier, qu'on a préalablement réduit en poudre, on n'observe rien de particulier; de même que dans le cas de l'iodure d'isopropyle, le mélange ne s'échauffe pas.

» Enferme-t-on ce dernier dans des matras qu'on chauffe au réfrigérant ascendant pendant douze à quinze heures, l'attaque est complète. Quelquefois, après une demi-heure ou une heure de chauffe, on voit se produire dans la masse un mouvement tumultueux; l'action est alors en grande partie accomplie. Si l'on a employé un excès d'iodure d'isobutyle, on obtient une poudre humide d'un brun verdâtre, qu'on épuise par l'éther. La solution éthérée, chauffée au bain-marie de façon à chasser l'éther, étant soumise à la distillation, laisse dégager, vers 280° à 285°, un liquide dont l'odeur est irritante et qui n'est autre que l'iodure de tristannbutyle; il bout entre 284° et 286°.

» Si dans l'expérience précédente l'alliage a été employé en excès, on obtient une poudre sèche, cohérente, de couleur verdâtre, qui cède à l'éther un mélange d'iodure de triisostannbutyle et de radicaux libres.

» Un dosage d'iode de l'iodure de triisostannbutyle conduit à la formule



$$Sn^2(C^8H^9)^3 I.$$

» Cet iodure, étant chauffé dans une cornue avec une solution concentrée de potasse caustique, à laquelle on ajoute quelques fragments de cette substance, laisse dégager des vapeurs blanches très denses qui se condensent en un liquide incolore pesant, doué de propriétés alcalines. Ce produit, qui conserve l'état liquide à la température ordinaire, comme le

composé correspondant formé par l'isostannpropyle, n'est autre que l'hydrate de triisostannbutyle. Il distille entre 311° et 314°.

» L'acide acétique s'y combine et donne naissance à un sel cristallisable qui présente la plus grande ressemblance avec les acétates de tristannéthyle et de tristannpropyle. L'acide formique se comporte à l'égard de cet oxyde de la même manière que l'acide acétique.

» *Stannamyles.* — L'étain n'est attaqué que faiblement par l'iodure d'amyle. En effet, après une chauffe des matières dans un matras continuée pendant dix jours au bain-marie, une portion assez faible de l'iodure avait réagi sur le métal. En prolongeant le contact dans ces conditions pendant vingt-cinq jours, la moitié de l'iodure au moins a été attaquée.

» En soumettant à la distillation le liquide retiré du matras, il a passé entre 142° et 152° une quantité très notable d'un produit qui consistait presque uniquement en iodure d'amyle inattaqué; puis la température s'est élevée progressivement jusqu'à 240°, en même temps qu'il s'est séparé de l'iodure rouge d'étain. A cette époque, nous avons fait communiquer le col de la cornue avec un récipient bitubulé, à la seconde tubulure duquel nous avons adapté un tube recourbé qui, le mettant en communication avec un réfrigérant, nous a permis de condenser les produits très volatils dans un tube refroidi à zéro, lequel venait se relier à un second tube semblable renfermant du brome dans sa partie inférieure.

» La température s'est élevée rapidement à 300° et s'est maintenue presque jusqu'à la fin entre 305° et 315°. Dans le tube qui communiquait directement avec le condensateur, il s'est rassemblé un liquide incolore et très mobile, en même temps que nous avons vu dans le second la couleur du brome aller en s'affaiblissant graduellement. En ajoutant au liquide contenu dans ce tube une solution étendue de potasse caustique, il s'est décoloré en laissant déposer une huile pesante. Le liquide incolore et mobile qui s'était condensé dans le premier tube a distillé entre 25° et 26°, et n'a pas été absorbé, même partiellement, par une solution aqueuse d'acide iodhydrique à saturation après un contact de plusieurs jours, encore bien qu'on ait soumis le mélange à de fréquentes agitations. Il présente les caractères de l'amylène signalé par M. Flavitsky.

» Le produit résultant de l'action de l'iodure d'amyle dont nous venons de parler, qui bout entre 305° et 315°, paraît être un mélange de diiodure de distannamyle et de monoiodure de tristannamyle, ainsi qu'il résulte de deux dosages d'iode qui nous ont donné en moyenne 39,5; le calcul exigerait 49,4. En soumettant ce mélange à la redistillation, en vue de séparer

les deux corps qui y sont renfermés, on n'arrive qu'à en décomposer la majeure partie.

» Lorsqu'on verse une solution aqueuse d'ammoniaque sur ce mélange, il se sépare un précipité blanc, floconneux, qui s'agglomère bientôt par l'agitation en prenant une consistance butyreuse. Traitée par l'éther, cette masse se scinde en un produit qui s'y dissout et s'en dépose par l'évaporation sous la forme d'une huile épaisse et en une poudre blanche analogue à la magnésie.

» Ces produits, traités à chaud par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, donnent, le dernier une huile incolore qui se concrète au bout de quelque temps, surtout si, après l'avoir décantée pour la débarrasser de la majeure partie de l'acide qui l'accompagne, on l'agite avec de l'eau distillée, le premier une belle matière cristallisée. Cette dernière se présente sous la forme de longs prismes doués de beaucoup d'éclat, qui fondent vers 80°. L'autre substance cristallise en un amas de petits prismes très courts.

» Nous nous proposons de reprendre cette étude en faisant agir cette fois sur l'étain de plus fortes proportions d'iodure d'amyle, afin d'élucider quelques points encore assez obscurs qui se rapportent à la formation du diiodure et d'étudier avec soin les hydrocarbures qui prennent naissance dans la décomposition qu'éprouve ce dernier lorsqu'on le soumet à la distillation.

» L'oxyde liquide et l'oxyde solide s'unissent à l'acide acétique et forment avec lui des sels cristallisés.

» Lorsqu'on remplace les feuilles d'étain par l'alliage à 10 pour 100 de sodium, les choses se passent tout autrement. Le mélange des matières s'échauffe très légèrement, et une chauffe de huit à dix heures au bain-marie suffit pour compléter la réaction.

» Comme pour les homologues inférieurs, on introduit l'iodure d'amyle et l'alliage réduit en poudre dans des matras qu'on chauffe au réfrigérant ascendant.

» Lorsqu'on fait agir l'iodure d'amyle en excès, on obtient un liquide doué d'une odeur très légèrement irritante et rappelant surtout celle des dérivés amyliques. Ce produit donne un précipité jaune d'iodure avec les sels d'argent et présente tous les caractères d'un iodure organométallique. Lorsqu'au contraire on fait intervenir l'alliage en excès, le produit qui prend naissance est un mélange d'iodure et d'un radical stanné.

» La substance huileuse jaunâtre qui se forme lorsqu'on fait agir l'iodure

d'amyle en excès sur l'alliage, étant soumise à la distillation, laisse dégager quelques gouttes de liquide entre 140° et 150°; puis la température monte rapidement à 295° et se fixe entre ce point et 305°, la presque totalité du produit distillant entre ces limites en éprouvant une altération très appréciable.

» Ce produit, qui après purification présente une odeur irritante très faible, bien différente de celle des iodures de tristannéthyle et de tristannpropyle, n'est autre que l'iodure de tristannamyle. C'est un liquide presque incolore et très limpide, qui bout entre 302° et 305°; sa composition est représentée par la formule



$$Sn^2(C^{10}H^{11})^3I.$$

» Chauffé dans une cornue avec une solution très concentrée de potasse à laquelle on ajoute des fragments de cette substance, cet iodure laisse dégager des vapeurs blanches épaisses qui se condensent dans le récipient en un liquide pesant, incolore, très limpide, doué de propriétés alcalines très prononcées. Cette huile, qui demeure liquide à la température de zéro, n'est autre que l'oxyde de stannamyle hydraté



$$Sn^2(C^{10}H^{11})^3HO^2,$$

qui bout entre 335° et 338°, en éprouvant une décomposition partielle.

» L'acide acétique s'y combine en produisant un sel qui tantôt cristallise en longues aiguilles présentant la plus parfaite ressemblance avec les acétates de tristannéthyle et de tristannpropyle et qui se sépare quelquefois sous la forme de larges écailles nacrées, très brillantes. L'acide formique se comporte avec l'oxyde de tristannamyle de la même manière que l'acide acétique.

» A mesure qu'on marche des dérivés méthylés de l'étain vers les dérivés amylés, on voit la stabilité de ces produits décroître d'une manière très appréciable, en même temps que leur odeur, surtout en ce qui concerne ceux de la forme



$$Sn^2R^3X,$$

devient de moins en moins irritante. Cette observation est particulièrement applicable aux composés dont nous venons de parler en dernier lieu, chez lesquels on voit dominer l'odeur caractéristique des composés amyliques, l'odeur irritante ayant chez la plupart d'entre eux presque entièrement disparu. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application de la théorie des fonctions elliptiques.* Mémoire de M. E. **Picard**, présenté par M. Hermite. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Bouquet.)

« On connaît les belles recherches de M. Hermite sur l'équation de Lamé

$$\frac{d^2y}{dx^2} = [n(n+1)k^2 \operatorname{sn}^2 x + h]y,$$

où $\operatorname{sn} x$ est la fonction elliptique ordinaire de module k, n un entier positif et h une constante quelconque. L'intégrale générale de cette équation est, suivant la dénomination de M. Hermite, une fonction doublement périodique de seconde espèce aux périodes $2K$ et $2iK'$, c'est-à-dire qu'elle se reproduit à un facteur constant près quand on change x en $x+2K$ et $x+2iK'$. C'est à l'étude d'une équation différentielle du second ordre renfermant, comme celle de Lamé, un nombre entier arbitraire et une constante quelconque qu'est consacré ce travail. Dans une Note sur une nouvelle forme des coordonnées dans le problème des deux corps (*Comptes rendus*, 12 mai 1879), M. Gyldén a rencontré l'équation différentielle

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 3k^2\frac{\operatorname{sn} x \operatorname{cn} x}{\operatorname{dn} x}\frac{dy}{dx} + 2(1+k'^2)y = 0,$$

et il a montré que l'intégrale générale de cette équation était une fonction doublement périodique ordinaire ou de première espèce. M. Hermite a bien voulu appeler mon attention sur l'équation plus générale

$$(1)\qquad \frac{d^2y}{dx^2} + nk^2\frac{\operatorname{sn} x \operatorname{cn} x}{\operatorname{dn} x}\frac{dy}{dx} + \alpha y = 0,$$

n étant un entier positif et α une constante quelconque. Je me suis proposé l'intégration de cette équation dans le cas où son intégrale générale est uniforme. J'indiquerai brièvement les résultats auxquels je suis parvenu.

» Considérons d'abord le cas où n est impair. L'intégrale générale de l'équation (1) n'est pas uniforme si α est quelconque. Soit $n = 2n' - 1$; il

y aura $n'-1$ valeurs de α pour lesquelles l'intégrale générale sera uniforme. C'est ce que j'établis de la manière suivante. Je montre d'abord qu'il ne peut y avoir plus de $n'-1$ valeurs de α pour lesquelles l'intégrale générale soit uniforme, en m'appuyant sur les principes donnés par M. Fuchs dans sa théorie des équations linéaires. Soit E l'équation qui donne ces $n'-1$ valeurs de α. Cela posé, je cherche dans quels cas l'équation admet une intégrale de la forme

$$y = A_1 \operatorname{sn}^{2n'-2} x + A_2 \operatorname{sn}^{2n'-4} x + \ldots + A_{n'},$$

les coefficients $A_1, A_2, \ldots, A_{n'}$ étant des constantes. On voit que, outre $\alpha = 0$, il y a $n'-1$ valeurs de α pour lesquelles il y a une intégrale de cette forme; l'équation donnant ces $n'-1$ valeurs se confond avec l'équation E. Si l'on cherche enfin dans quels cas l'équation admet une intégrale de la forme

$$y = \operatorname{cn} x (B_1 \operatorname{sn}^{2n'-3} x + B_2 \operatorname{sn}^{2n'-5} x + \ldots + B_{n'-1} \operatorname{sn} x),$$

les B étant des constantes, on reconnaît que α doit satisfaire encore à l'équation E. Il suit de là que les seules valeurs de la constante pour lesquelles l'intégrale générale soit uniforme sont les racines de E, et l'on voit de plus que, dans ce cas, cette intégrale générale est une fonction doublement périodique de première espèce. Dans le cas de $n = 3$, par exemple, il n'y a qu'une seule valeur convenable de α : c'est $\alpha = 2(1 + k'^2)$, ce qui est précisément le cas rencontré par M. Gyldén.

» Des circonstances entièrement différentes se présentent quand n est un nombre pair que nous désignerons par $2n'$. On reconnaît d'abord que l'intégrale générale est toujours une fonction uniforme. Nous allons voir que cette intégrale est, comme dans l'équation de Lamé, une fonction doublement périodique de seconde espèce. Considérons la fonction

$$f(x) = \frac{H(x+\omega)\, e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] x}}{\Theta(x)},$$

où λ et ω désignent deux constantes.

» On peut déterminer λ et ω, ainsi que les constantes $M_1, M_2, \ldots, M_{n'-1}$, de manière que l'expression

$$(2) \qquad y = D_x^{2n'-2} f(x) + M_1 D_x^{2n'-4} f(x) + \ldots + M_{n'-1} f(x)$$

soit une solution de l'équation différentielle.

» $M_1, M_2, \ldots, M_{n'-1}$ sont des fonctions entières de α; λ^2 et $\operatorname{sn}^2 \omega$ sont

des fonctions rationnelles de cette quantité. C'est par la substitution directe de l'expression (2) dans le premier membre de l'équation différentielle que j'arrive à ce résultat. Par cette substitution, le premier membre devient une fonction doublement périodique de seconde espèce aux périodes $2K$ et $2iK'$. Les pôles de cette fonction sont les pôles et les racines de $\operatorname{dn} x$. Je la décompose en éléments simples suivant la méthode donnée par M. Hermite, et le résultat de la substitution prend alors la forme

$$A_1 D^{2n'-2} f(x) + A_2 D^{2n'-4} f(x) + \ldots + A_{n'} f(x) + B f(x-K).$$

» On devait *a priori* s'attendre à trouver un terme en $D^{2n'} f(x)$; il disparaît de lui-même. En égalant à zéro les quantités $A_1, A_2, \ldots, A_{n'}$ et B, on obtient $n'+1$ équations, permettant de déterminer $M_1, M_2, \ldots, M_{n'-1}$, λ et ω. La seule inspection de ces équations montre que $M_1, M_2, \ldots, M_{n'-1}$ sont des fonctions entières de α; il semble plus difficile d'y apercevoir directement la forme de l'équation donnant ω. Mais un raisonnement bien simple montre que $\operatorname{sn}^2\omega$ ne peut avoir plus d'une valeur, et l'on en conclut la forme que j'ai indiquée précédemment. Ayant une première intégrale, on en déduit une seconde par le changement de x en $-x$, car l'intégrale ne change pas par cette substitution. Il est nécessaire d'ajouter que, si α est quelconque, cette seconde intégrale est, comme on s'en assure aisément, distincte de la première.

» J'indiquerai seulement, comme exemple, le cas où n est égal à 2. On a alors comme solution $f(x)$ pour un choix convenable de λ et ω. Ces quantités sont données par les équations

$$k^2 \alpha \operatorname{sn}^2\omega = \alpha + k'^2 \quad \text{et} \quad \lambda + \frac{k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega}{\operatorname{dn}\omega} = 0. \text{ »}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur les effets de la machine rhéostatique.* Note de M. G. PLANTÉ.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« La longueur des étincelles que peut donner la *machine rhéostatique* [1] est sensiblement proportionnelle au nombre des condensateurs.

» Avec dix condensateurs, j'obtenais des étincelles de $0^m,015$ environ,

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 794 (1877), et t. LXXXVI, p. 761 (1878).

avec trente condensateurs des étincelles de plus de $0^m,04$; en employant une machine de quatre-vingts condensateurs ([1]), chargée par ma batterie secondaire de huit cents couples, j'obtiens actuellement de bruyantes étincelles de plus de $0^m,12$ de longueur. Si ces étincelles sont produites au-dessus d'une surface isolante saupoudrée de fleur de soufre, elles peuvent même atteindre $0^m,15$. Dans ce dernier cas, elles forment sur leur passage un sillon sinueux de $0^m,002$ à $0^m,003$ de largeur, et, en prenant comme surface isolante un mélange de résine et de $\frac{1}{10}$ environ de paraffine, elles laissent au milieu du sillon une ligne bleuâtre très-nette, directement visible, tracée comme à la mine de plomb, et qui permet d'en conserver facilement l'exacte *autographie* (*fig.* 1).

» On reconnaît que ces étincelles présentent souvent, quand elles n'ont pas la longueur maximum qu'elles peuvent atteindre, des embranchements fermés, semblables à des *anastomoses*, qui peuvent échapper quand on n'observe que le trait lumineux. On y retrouve particulièrement la forme *en crochet*, près du pôle négatif, qui se faisait déjà remarquer dans les étincelles plus petites de ma première machine rhéostatique. Ce crochet semble résulter de l'angle formé par la rencontre des deux mouvements de la matière pondérable arrachée aux pointes de l'excitateur. Le mouvement électrique partant du pôle positif étant le plus rapide, la matière projetée de ce pôle parcourt la plus grande partie de la distance à l'autre pôle, d'où part un mouvement inverse, et l'angle ou crochet arrondi qui en résulte se produit naturellement plus près du pôle négatif.

» Ces étincelles offrent aussi des *arborescences* qui apparaissent en enlevant l'excès de soufre par quelques légers chocs donnés à la lame isolante sur laquelle elles ont laissé leur sillon (*fig.* 2) ([2]). Ces arborisations permettent de s'expliquer les empreintes d'apparence végétale que l'on a observées quelquefois sur le corps de personnes foudroyées, et qui ne sont que le résultat des ramifications du trait de la foudre elle-même ([3]).

» Les étincelles de la machine rhéostatique peuvent aussi percer le verre

---

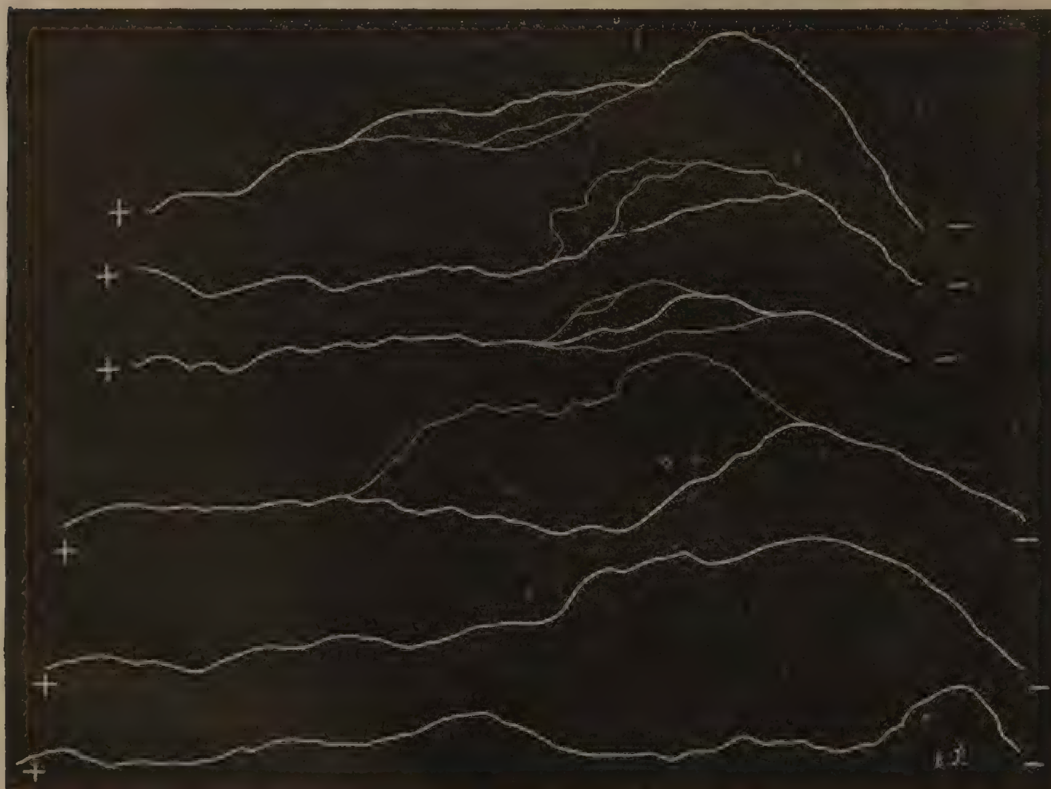
([1]) Le cylindre de caoutchouc durci du commutateur a 1^m de longueur sur $0^m,15$ de diamètre.

([2]) Cette figure représente, en grandeur naturelle, les arborisations formées sur le trajet d'une étincelle de $0^m,15$ de longueur, produite par la machine rhéostatique.

([3]) On en trouve un exemple récent, cité dans le *Lancet* de Londres : « Un berger ayant été frappé d'un coup de foudre sous un arbre, dans le comté de Leicester, on trouva sur son dos, admirablement reproduite en saillie sur la peau et dans une teinte écarlate brillante, une tige d'arbuste avec de nombreuses branches délicatement tracées comme avec une

et donner à sa surface les figures roriques observées par M. Riess avec l'électricité statique. Produites au-dessus de la résine pure, elles fournissent, par l'insufflation de la poudre soufre et minium, de belles figures à la Lichtenberg, d'un autre genre que les arborisations ci-dessus, et qui, fixées sur du papier humecté d'un vernis, constituent de précieux éléments pour l'étude de la décharge électrique. Si l'on donne à la machine un mouvement continu de rotation, les étincelles se succèdent rapidement, et l'on peut charger des jarres ou des batteries de Leyde comme avec une machine électrique. Les pôles de tension de l'appareil doivent être, dans ce cas, soigneusement isolés de ceux de la pile secondaire.

Fig. 1.



» La quantité d'électricité dynamique nécessaire pour la production d'effets statiques est si minime, que la source primaire à laquelle la machine rhéostatique emprunte son électricité se réduit à trois ou quatre

pointe d'aiguille. Le tronc avait à peu près trois quarts de pouce de largeur, et l'aspect général était celui d'un pied de fougère à six ou huit branches. »

éléments de Daniell, dont le courant subit une première transformation dans la batterie secondaire.

Fig. 2.



» Cet appareil donne aussi des effets statiques de *quantité* qui diffèrent notablement de ceux de *tension*, en maintenant tous les condensateurs associés en surface et en y adjoignant un autre petit commutateur spécial, animé d'un mouvement de rotation, destiné à recueillir les décharges, sans mélange avec les effets de la batterie secondaire. Les étincelles continues que l'on obtient ainsi sont également bruyantes, mais n'éclatent qu'à une très faible distance ($\frac{2}{10}$ ou $\frac{3}{10}$ de millimètre), en présentant l'apparence d'un point très brillant entouré d'une auréole de flamme, et projettent, sous forme de rayons, des particules arrachées aux électrodes.

» Si l'on fait passer ces étincelles statiques de quantité dans un voltamètre rempli d'une solution saline, dont le pôle négatif est une électrode à la Wollaston et que les longues étincelles de tension traverseraient silencieusement, ce passage est accompagné d'un bruit très fort, semblable à une petite explosion ; l'effet mécanique produit est si énergique, que le

vase même du voltamètre se déplace et avance sur son support; le verre entre en vibration, et, si l'on fait tourner rapidement le commutateur, il en résulte une sonnerie ou un roulement très intense.

» En disposant les communications de manière que la batterie secondaire agisse en même temps sur le voltamètre par l'intermédiaire d'un contact imparfait, des interruptions continues se produisent spontanément et la sonnerie devient *automatique*. Un rhythme quelconque donné à ces interruptions se répète avec une grande intensité dans le voltamètre, et il serait peut-être possible de tirer parti de ce fait dans la téléphonie.

» La plupart des phénomènes que j'ai observés en employant des courants de haute tension se manifestent, à l'aide de ces décharges continues d'origine semi-dynamique et semi-statique, avec plus de facilité et une moindre tendance à se transformer en effets calorifiques. L'expérience que j'ai désignée sous le nom de *pompe voltaïque* se reproduit ici très nettement par une action surtout mécanique de la force électrique. Au lieu de s'élever sans interruption, comme avec un courant continu, l'eau monte par saccades ou par chocs d'autant plus rapprochés que les étincelles se succèdent plus rapidement, et l'appareil devient alors un véritable *bélier rhéostatique*. »

VITICULTURE. — *Sur le traitement par la submersion des vignes attaquées par le Phylloxera.* Lettre de M. **Faucon** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Jusqu'à présent j'avais affirmé que dans une vigne qui avait été convenablement submergée il ne restait pas un seul Phylloxera vivant. En soutenant cette affirmation, je m'appuyais sur plusieurs années d'observations faites avec le plus grand soin et de la meilleure foi. Je viens aujourd'hui avouer franchement que je m'étais trompé.

» A la suit de nouvelles recherches que je viens de faire cette année, depuis le 25 mai jusqu'à ce jour, quelques-unes de ces recherches ayant été opérées conjointement avec MM. Foëx et Marion, il a été constaté que dans mon vignoble du Mas de Fabre, qui a subi, l'automne dernier, une submersion de cinquante jours consécutifs sans la moindre interruption, du 6 novembre au 25 décembre, il était resté quelques Phylloxeras. Le nombre de ces survivants doit être des plus restreints, puisque le premier jour qu'il en a été découvert, le 4 juin, trois sujets jeunes seulement, dont un ayant

encore son habit d'hiver, ont été trouvés. Nous étions cinq à chercher, et deux hommes fouillaient le terrain ; nos recherches ont eu une durée de cinq heures et ont porté sur les racines de treize souches ; sept de ces souches avaient été arrachées complètement. Le même jour, ayant donné un seul coup de pioche dans une jeune vigne non traitée et située à une courte distance de mon vignoble, nous avons trouvé de nombreux insectes en pleine voie de multiplication.

» Les jours suivants, du 5 au 9 juin, j'ai visité plusieurs propriétés de l'Hérault et du Gard. Là où la submersion a été bien faite, il ne m'a pas été possible de trouver un seul Phylloxera. J'en ai trouvé assez facilement dans les vignes traitées au sulfocarbonate de potassium et au sulfure de carbone, et j'en ai vu de grandes quantités dans les vignes qui ne sont soumises à aucun traitement.

» Les secondes recherches fructueuses ont encore eu lieu dans mon vignoble le 2 juillet ; elles ont été faites par M. Lieutaud, moniteur chef du Comité P.-L.-M., représentant M. Marion, et par mon neveu et moi ; elles ont duré depuis 1^h jusqu'à 6^h du soir et ont porté sur huit souches complètement arrachées. Il n'a pas été vu d'insectes isolés, mais il a été trouvé un nid, un seul, contenant une mère pondeuse, des jeunes et des œufs.

» Enfin, hier, ayant eu la visite de M. Foëx, nous avons fait de nouvelles recherches et nous avons constaté que les Phylloxeras sont plus faciles à trouver qu'il y a dix jours ; c'est naturel, nous sommes arrivés à l'époque ordinaire des réinvasions ou réapparitions du mois de juillet. Dans le vignoble du Mas de Fabre, l'insecte est cependant encore assez rare : il faut bien chercher pour dénicher un Phylloxera ; je le trouve en plus grand nombre dans les vignes traitées par le sulfure de carbone et par le sulfocarbonate de potassium, et en très grand nombre dans les vignes non traitées.

» En faisant les recherches dont je viens de parler, j'ai remarqué que, cette année-ci, probablement par suite de la longueur de l'hiver, des pluies copieuses qui sont tombées et du manque de chaleur dans le courant des mois d'avril et de mai : 1° l'hibernation des Phylloxeras a duré au moins trente jours de plus qu'en temps ordinaire ; 2° cette prolongation du sommeil de l'insecte a été surtout manifeste dans les vignes submergées, ce qui nous a permis de trouver un jeune Phylloxera n'ayant pas encore opéré sa première mue, le 4 juin, au Mas de Fabre, et un autre insecte,

dans les mêmes conditions, a été rencontré le 17 juin, à Montpellier, par M. Foëx.

» Cette circonstance d'un retard assez considérable dans le réveil du Phylloxera nous sera d'un grand secours pour élucider, avec la plus grande certitude, un des principaux points de la question que vous nous avez chargés d'étudier.

» Le traitement avait épargné l'insecte jeune, n'ayant pas encore mué, que nous avons rencontré, le 4 juin, au Mas de Fabre, et celui qui a été vu dans les mêmes conditions le 17 juin, à Montpellier; l'un et l'autre se trouvaient dans une vigne qui avait été submergée, et ils n'avaient certainement pas changé de place depuis l'automne dernier. Il est très probable aussi, vu le retard que l'insecte a éprouvé cette année dans son réveil, que la famille trouvée au Mas de Fabre le 2 juillet provient aussi d'un insecte ayant échappé au traitement.

» Ces deux faits, le premier surtout, prouvent que le traitement le plus énergique, le plus efficace, laisse toujours échapper quelques Phylloxeras. Après une submersion bien faite, il en restera très peu, moins certainement qu'après tout autre traitement, mais il en restera assez pour expliquer les réapparitions du mois de juillet. Faut-il voir d'autres origines dans les réinvasions de l'été? Je pense que oui, et j'espère pouvoir le prouver.

» L'insecte aptère des racines ne s'est pas encore montré sur le sol; il est en retard dans cette phase de son existence comme dans les autres, mais il ne peut tarder à y faire son apparition. Nous le surveillerons et, comme nous l'avons vu d'autres fois, nous le verrons encore, sans nul doute, abandonnant les débris de vignes non traitées qui existent encore dans les environs du Mas de Fabre et pénétrant dans mon vignoble. Le résultat de mes investigations dans cette voie fera l'objet d'une seconde Lettre que j'aurai l'honneur de vous adresser.

» Il restera à examiner la question de l'œuf d'hiver. Elle sera, pour nous, très difficile à résoudre, n'ayant pu, jusqu'à présent, trouver cet œuf dans les vignes de notre région; mais nous espérons que nos collègues du Centre et de l'Ouest seront, sur ce point, plus heureux que nous, et que, avant la fin de l'année, l'origine ou les origines des réinvasions ou des réapparitions du Phylloxera, dans les mois de juillet et d'août, seront suffisamment expliquées.

» Bien que ceci soit en dehors de la mission que vous avez bien voulu

me confier, je crois cependant vous faire plaisir en vous annonçant que mon vignoble, soumis au traitement de la submersion depuis dix ans, ne laisse rien à désirer au double point de vue de la vigueur et de la production; les sarments ont de 2^m à 4^m de long, et mes vignes d'aramon produiront 200^{hectol} de vin à l'hectare. »

VITICULTURE. — *Sur le Phylloxera dans la Côte-d'Or.* Lettre de M. VIALLANE à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Je viens vous rendre compte de ce que j'ai fait jusqu'à ce jour pour remplir la mission que l'Institut a bien voulu me confier.

» Quelques jours après avoir reçu votre Lettre du 16 mai, j'allai trouver M. Thenard pour lui demander conseil sur la meilleure marche à suivre pour l'accomplissement de mon mandat.

» Depuis cette époque, 26 mai, j'ai visité de nombreuses localités dans les arrondissements de Dijon, Beaune et Semur. J'ai fait à mes élèves plusieurs conférences sur le Phylloxera; je les ai conduits sur place et leur ai fait constater *de visu* l'aspect extérieur des vignes phylloxérées, les altérations des racines et enfin l'insecte lui-même. J'ai cependant le regret de n'avoir pu faire davantage. Le détestable temps qui n'a pas cessé depuis plusieurs mois et mes devoirs de professeur ont mis souvent obstacle à des projets d'excursion.

» Voici maintenant ce que mes recherches personnelles et les communications de mes collègues m'ont appris sur l'état actuel du département.

» *Arrondissement de Dijon.* — Le premier foyer découvert en juillet 1878, celui du Jardin botanique, paraît avoir été complètement anéanti l'année dernière. Les ceps, coupés au-dessous du sol, ont été brûlés sur place. De fortes proportions de sulfure de carbone ont été injectées dans le sol, préalablement recouvert d'une couche de chaux d'épuration, fortement tassée. Cet hiver, les racines ont été arrachées et brûlées.

» Aujourd'hui la vigne paraît donc absolument détruite. Il sera cependant prudent de laisser pendant un certain temps encore ce terrain inculte, rien ne prouvant que l'arrachage ait été complet. Si le but cherché a été atteint, je dois ajouter qu'il a eu un déplorable effet moral sur nos vignerons, qui ont vu dans cette exécution un aveu d'impuissance. « Vous ne

» pouvez guérir, disent-ils; vous arrachez, vous détruisez la vigne, qui » peut-être se serait guérie toute seule! » Il est difficile de les convaincre qu'il s'agissait là d'un cas spécial, exceptionnel; ils aiment mieux croire un mauvais journal, qui chaque jour leur affirme que le seul remède trouvé par les savants, *c'est l'arrachage*.

» L'origine de ce foyer n'est pas douteuse : le jardinier chef du Jardin, un partisan du Phylloxera *effet*, faisait venir secrètement, depuis plusieurs années, des plants américains pour enrichir sa collection.

» *Taches du chemin de Chenove*. — Ces taches, au nombre de trente-quatre, sont à une faible distance du Jardin botanique; il est donc présumable qu'elles sont filles de la tache initiale de cet établissement.

» Traitées au mois d'août et de septembre dernier par les agents de la Compagnie P.-L.-M., le traitement a été incomplet : on s'est malheureusement borné à injecter le sulfure de carbone, à haute dose, dans les parties reconnues phylloxérées, en remettant à une époque ultérieure le traitement des parties environnantes constituant la zone de sûreté.

» Aussi, dès les mois d'avril et de mai, je constatais la présence de Phylloxeras hibernants, sur quelques ceps seulement, il est vrai. Aujourd'hui l'insecte s'est multiplié; il est abondant sur plusieurs points, et les radicelles présentent les nodosités caractéristiques. Il serait donc grand temps d'agir.

» Un directeur des travaux a été nommé; le sulfure de carbone, les pals d'injection sont prêts, et rien ne peut se faire, les propriétaires s'opposant non-seulement au traitement, mais même à la visite de leurs vignes! M. le préfet, procédant comme l'indique l'article 2 du décret de décembre 1878, convoquait il y a quelques jours une centaine de propriétaires intéressés : sept seulement consentirent à laisser traiter leurs vignes; puis, se voyant en si petit nombre, ils retirèrent leur consentement! M. le Ministre, prévenu de cette résistance, n'a pas encore répondu. En attendant, le temps s'écoule et l'époque de l'essaimage n'est pas éloignée.

» *Taches de Norges*, à 10^{km} de Dijon, au nord. — On ne peut faire que des suppositions sur l'origine de ce foyer, découvert en septembre 1878; je sais cependant que le jardinier en chef a de nombreuses relations avec plusieurs viticulteurs de ce village. Bien délimitées, ces taches, au nombre de trente, ont été soumises à deux traitements au sulfure de carbone à la fin de l'automne dernier.

» Jusqu'à présent, il n'a pas été possible d'y retrouver un *seul Phylloxera*. J'y suis allé plusieurs fois, ainsi que les membres du Comité, les piqueurs

de la Compagnie P.-L.-M. : toutes nos recherches ont été vaines. La destruction du Phylloxera serait-elle un fait acquis pour les vignes de Norges? J'avoue que je n'ose le croire, et je me propose de visiter de nouveau cette localité avant de me prononcer.

» Les taches de Dijon, celles de Norges, remontent à plusieurs années, cinq ou six ans; il n'est donc que trop probable que de nouveaux foyers, latents aujourd'hui, seront découverts, soit cette année, soit la prochaine. Une active et incessante surveillance est donc plus que jamais nécessaire.

» En résumé, pas de nouveaux foyers constatés dans l'arrondissement de Dijon; un résultat incomplet pour les taches du chemin de Chenove; un résultat qui paraît, jusqu'à présent, complet pour celles de Norges.

» *Arrondissement de Beaune.* — La tache de Meursault a été délimitée et traitée avec le plus grand soin; l'insecte, recherché par les membres du Comité de Beaune, par les agents de la Compagnie P.-L.-M., n'a pu être retrouvé jusqu'à présent. Le résultat obtenu serait donc le même qu'à Norges.

» Malheureusement, vous savez sans doute que le terrible insecte vient d'être découvert sur trois points nouveaux dans cet arrondissement : Aloxe-Corton, Serrigny, Auxey. La situation devient grave dans le département; on ne peut guère espérer que ces découvertes seront les dernières de l'année.

» *Arrondissement de Semur.* — La présence du Phylloxera n'a pas encore été constatée dans cet arrondissement; mais une autre maladie sévit avec une grande intensité dans un grand nombre de vignobles.

» Déjà l'année dernière, à Montbard, à Vitteaux, aux environs de Semur, j'avais pu étudier cette maladie, qui au premier examen fait croire à la présence du Phylloxera : mêmes taches en cercles, même rabougrissement et enfin mort des ceps par destruction des racines.

» Aujourd'hui, plusieurs centaines d'hectares sont atteints et la maladie fait de rapides progrès. La moelle des racines, leur tissu fibro-vasculaire, est envahi par un abondant mycélium. Les vignes plantées dans un sol argileux sont particulièrement atteintes. Il est présumable que les conditions climatériques jouent un rôle important dans la production du champignon parasite qui paraît être la cause de cette maladie. »

VITICULTURE. — *Sur le traitement de l'anthracnose. Observations de M.* Puel. Lettre communiquée par M. **Portes** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Narbonne, 29 juin 1879.

« L'année dernière, en me basant sur les résultats obtenus, je vous disais que la chaux pouvait être considérée comme un agent combattant victorieusement l'anthracnose ; l'emploi général qui en a été fait cette année, les excellents résultats qui en ont été la conséquence, sont une preuve palpable de son efficacité.

» L'anthracnose a fait cette année des progrès sensibles dans le Narbonnais ; je me hâte cependant de vous dire que ce progrès est dû à l'impossibilité matérielle où nous nous sommes trouvés de faire les mêmes opérations par la chaux que l'année dernière ; cette impossibilité, nous la devons tout entière à la rigueur de la température : en effet, depuis le mois de février, nous avons eu continuellement du vent et de la pluie ; cette dernière aidant, l'anthracnose a pris des développements considérables.

» Ce n'est que le 13 mai (nous avions le charbon à cette époque) que le temps exceptionnel de cette journée, la matinée seulement, nous a permis de jeter de la chaux sur les souches d'une partie de mon domaine [1] ; le beau temps ne persistant pas au gré de mes désirs, j'ai dû abandonner l'opération vers le milieu de la journée. Quelques jours après, j'ai pu me rendre un compte très exact du changement survenu à cette partie du domaine après ce travail et comparer cette même partie à celle qui n'avait encore rien subi : dans la première le mal était complètement arrêté, il faisait des progrès dans la seconde.

» La période du 13 au 21 mai fut aussi très mauvaise ; je voyais mes vignes dépérir tous les jours. Ce n'est que le 22 mai seulement que, profitant d'une accalmie, je continuai l'opération ; le lendemain 23 mai, le temps redevenant mauvais, force nous fut de cesser.

» J'avais alors sous les yeux trois parties bien distinctes dans mon domaine : 1° la partie opérée le 13 mai, 2° la partie opérée le 22 mai, 3° celle qui ne l'était pas du tout.

» La première était très belle et sans la moindre trace de charbon ; la

---

[1] Domaine de Figuières, dans la Clape.

deuxième, sans égaler la première, était belle aussi et prenait tous les jours du développement; la troisième était affreuse.

» Nous subîmes encore, du 23 mai au 10 juin, une mauvaise période. Ce n'est que du 10 au 15 juin que l'opération put être terminée sur la troisième partie; à partir de ce moment, je pus affirmer que toute ma récolte échappait au mal.

» Dans tout le mois de mai, nous n'avons pu mettre de la chaux que pendant deux jours et difficilement; vous devez donc penser que l'anthracnose, livrée à elle-même, non combattue, aidée au contraire, favorisée même par l'humidité, faisait des progrès rapides, et j'avoue et confesse humblement que je n'étais pas tout à fait rassuré sur le sort de ma récolte; il est en effet incontestable que, si par la persistance de la température tout à fait exceptionnelle que nous avons eue je n'avais pu mettre de la chaux, la récolte était perdue; et ce qui le prouve, c'est que la maladie dont, vous le savez, on peut suivre la marche jour par jour, et que je suivais attentivement et avec intérêt, s'arrêtait comme par enchantement au contact de la chaux. Depuis le 15 juin, j'ai fait l'opération dans tout le vignoble avec un mélange composé de parties égales de soufre et de chaux; je vais répéter cette même opération si le temps le permet.

» Jusqu'à ce jour la vigne est très belle, la végétation splendide, les raisins nombreux; la fleuraison, presque terminée, s'est accomplie dans de bonnes conditions de température, en un mot, la récolte a de bonnes apparences, et si, ce qu'à Dieu ne plaise, elle m'était enlevée par une de ces maladies dont la nature seule a le secret et dont elle se plaît à doter la vigne depuis quelques années, je puis affirmer que ce ne serait pas par l'anthracnose. Cette affirmation, vous la trouverez sans doute hasardée; mais je la trouve en partie justifiée par le remède dont je reconnais tous les jours la parfaite efficacité.

» L'anthracnose, dont on a tant parlé en 1877, fait tous les ans des victimes chez les récalcitrants, chez les incrédules; cette année même, elle est apparue dans tout le vignoble, à tel point que l'émotion était grande, et nos journaux de Narbonne et les petites feuilles commerciales s'en étaient faits l'écho.... Mais pourquoi paraissait-elle avec tant de persistance? pourquoi était-on effrayé de ses réels et rapides progrès? Parce que, je le répète, l'intempérie de la saison avait empêché de jeter de la chaux sur les points attaqués; les événements semblaient donner raison aux récalcitrants, aux incrédules; mais, du jour où l'on pouvait opérer, ces retardataires se rendaient à l'évidence des faits.

» L'arrondissement de Carcassonne n'a pas eu de charbon cette année ou très peu ; cela vient de ce que cette contrée a été plus favorisée que la nôtre sous le rapport de la température : l'absence de tout vent a permis d'opérer à l'époque voulue et d'une manière régulière. M. Larraye, de Narbonne, qui possède dans les environs de cette ville une belle campagne, a commencé d'opérer fin avril et a même empêché l'apparition de l'anthracnose; il a des vignes superbes, lesquelles, comparées à d'autres, forment un contraste frappant. M. C..., de Narbonne, et beaucoup d'autres propriétaires ont employé la chaux avec beaucoup de succès.... »

M. **J.-A. Pennès** adresse à l'Académie plusieurs Rapports d'expériences faites avec un liquide qu'il nomme *antiseptique* et présente en même temps diverses pièces anatomiques et zoologiques conservées avec ce liquide.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le tome XCI de la « Collection des brevets d'invention » et divers numéros du « Catalogue des brevets pris en 1878 ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *R. Zeiller*, intitulé : « Explication de la Carte géologique de la France, publiée par ordre de M. le Ministre des Travaux publics. T. IV : Végétaux fossiles du terrain houiller »;

2° Une Brochure de M. *L. Rodet*, intitulée : « Manuel du Calculateur, découvert dans un papyrus égyptien, avec planches reproduisant les problèmes en écriture hiératique cursive et en transcription hiéroglyphique ». (Présentée par M. Rolland.)

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'Observatoire de Marseille.* Communiquées par M. STEPHAN.

Planète (193) *Ambrosie, découverte par M. Coggia le* 28 *février* 1879.

Dates 1879.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	Distance polaire nord.	Log. fact. part. Ascension droite.	Log. fact. part. Distance polaire.	Étoile de comp.	Observateur.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Mars 21	13.46.10	11. 6.57,70	84.29.39,4	$+\bar{1}$,4392	−0,7475	*a*	Coggia.
24	12.49.57	11. 4. 9,95	84.27.16,7	$+\bar{1}$,3296	−0,7421	*a*	»
25	9.31.59	11. 3.23,78	84.26.45,6	$+\bar{1}$,1743	−0,7391	*a*	»
28	12.35.17	11. 0.41,83	84.25.26,3	$+\bar{1}$,3352	−0,7424	*a*	»

Planète (198) *Ampelle, découverte par M. Borrelly le* 13 *juin* 1879.

Dates 1879.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	Distance polaire nord.	Log. fact. part. Ascension droite.	Log. fact. part. Distance polaire.	Étoile de comp.	Observateur.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Juin 15	9.39.12	17. 3.48,26	115.15.31,8	$-\bar{1}$,3469	−0,9024	*b*	Borrelly.
17	13.14. 3	17. 1.28,97	115. 2.37,1	$+\bar{1}$,3589	−0,9007	*b*	»
18	9.58.28	17. 0.33,85	114.57.21,7	$-\bar{1}$,1991	−0,9109	*b*	»
19	10. 1.46	16.59.28,58	114.51. 5,1	$-\bar{1}$,1464	−0,9117	*c*	»
20	9.43.47	16.58.26,84	114.45. 1,7	$-\bar{1}$,2148	−0,9090	*c*	»
21	9.39.59	16.57.24,89	114.38.49,5	$-\bar{1}$,2031	−0,9090	*c*	»
24	9.56.45	16 54.26,82	114.20. 9,1	$-\bar{1}$,3319	−0,9010	*d*	»
25	9.40.16	16.53.29,57	114.13.57,2	$-\bar{1}$,3707	−0,8975	*d*	»
26	9 47.39	16.52.32,49	114. 7.42,3	$-\bar{1}$,3273	−0,9007	*d*	»
27	9.44.53	16.51.36,96	114. 1.27,1	$-\bar{1}$,3194	−0,9011	*d*	»
28	9.36.24	16.50.43,23	113.55.19,4	$-\bar{1}$,3343	−0,8997	*d*	»

Comète découverte par M. Swift, à Rochester, le 17 *juin* 1879.

Dates 1879.	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite.	Distance polaire nord.	Log. fact. part. Ascension droite.	Log. fact. part. Distance polaire.	Étoile de comp.	Observateur.
Juin 29	12.39.35	2.51.47,85	17.21. 6,4	−0,1238	$+\bar{1}$,9936	*e*	Stephan.
30	11.53.28	2.52.19,14	15.59.39,0	−0,1003	+0,3206	*f*	»

» Le 29, la comète a l'apparence d'une petite nébulosité arrondie, médiocrement brillante, avec un petit noyau; on soupçonne une trace de queue en éventail.

» Le 30, l'état du ciel empêche toute description.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1879,0.

	Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
a	116 Weisse (*a. c.*) XI^{h}........	11. 9.16,47	84.23. 0,1	Cat. de W.
b	5791 B. A. C, 7e............	17. 4.47,55	115. 6.19,9	Cat. B. A. C.
c	5767 B. A. C., 7e............	17. 0.29,58	114.50. 9,7	Cat. B. A. C.
d	5730 B. A. C., 7e............	16.56. 8,58	114. 4. 7,5	Cat. B. A. C.
e	3207-3208 Cat. de Vienne, 5e-6e...	2.43.16,63	17. 7.35,5	Cat. de Vienne.
f	602 Groombridge, 5e-6e........	2.58.50,55	16. 4. 0,9	Cat. Gr.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une intégrale définie.* Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Lœwy.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* [1], M. Appell a donné l'évaluation d'une intégrale définie remarquable. A ce premier résultat l'auteur vient d'ajouter, dans les *Comptes rendus* de la dernière séance, quelques remarques très dignes d'attention concernant les développements au moyen des polynômes de Jacobi et d'autres fonctions liées aux racines d'une équation transcendante, comme il arrive dans plusieurs problèmes de Physique où figurent des séries trigonométriques

$$\Sigma(A_m \cos mx + B_m \sin mx),$$

m signifiant une des racines d'une équation transcendante.

» Je demande la permission de présenter un résultat auquel m'a conduit, il y a déjà quelque temps, l'étude de la première Note de M. Appell. Il consiste en ceci : l'intégrale

$$\int_0^1 \left(A + \frac{B}{x} + \frac{C}{1-x}\right) x^{\frac{\gamma+\gamma'}{2}-1} (1-x)^{\frac{\alpha+\alpha'}{2}+\frac{\beta+\beta'}{2}-\frac{\gamma+\gamma'}{2}} F(\alpha, \beta, \gamma) F(\alpha', \beta', \gamma') dx,$$

dans laquelle A, B, C ont les valeurs suivantes :

$$A = \left(\frac{\alpha+\alpha'}{2} - \frac{\beta+\beta'}{2}\right)\left(\frac{\beta-\beta'}{2} - \frac{\alpha-\alpha'}{2}\right),$$

$$B = \frac{\gamma-\gamma'}{2}\left(\frac{\gamma+\gamma'}{2} - 1\right),$$

$$C = \left(\frac{\gamma-\gamma'}{2} - \frac{\alpha-\alpha'}{2} - \frac{\beta-\beta'}{2}\right)\left(\frac{\gamma+\gamma'}{2} - \frac{\alpha+\alpha'}{2} - \frac{\beta+\beta'}{2}\right),$$

est *généralement* réductible aux fonctions Γ.

(1) 2 décembre 1878, p. 874.

» Je me bornerai à indiquer la méthode fort simple qui conduit à ce résultat.

» L'équation du second ordre

$$x(1-x)\frac{d^2y}{dx^2}+[\gamma-(\alpha+\beta+1)x]\frac{dy}{dx}-\alpha\beta y=0,$$

à laquelle satisfait la fonction $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ de Gauss, peut être mise sous la forme

$$D_x\left[x^\gamma(1-x)^{\alpha+\beta-\gamma+1}\frac{dy}{dx}\right]=\alpha\beta\, x^{\gamma-1}(1-x)^{\alpha+\beta-\gamma}y.$$

» On considère maintenant deux fonctions telles que F correspondant aux arguments α, β, γ et α', β', γ'; désignons-les pour un instant par P et Q; on aura pour P

$$D_x\left[x^\gamma(1-x)^{\alpha+\beta-\gamma+1}\frac{dP}{dx}\right]=\alpha\beta\, x^{\gamma-1}(1-x)^{\alpha+\beta-\gamma}P.$$

Cela posé, on multiplie les deux membres par $VQ\,dx$, V étant une fonction de x, provisoirement laissée arbitraire, et l'on intègre par partie, de la même manière que s'il s'agissait de démontrer, à l'égard des polynômes X_n de Legendre, la propriété

$$\int_{-1}^{+1}X_n X_{n'}\,dx=0;$$

on aura l'intégrale $\int_0^1 x^{\gamma-1}(1-x)^{\alpha+\beta-\gamma}VPQ\,dx$ égale à une partie explicite et à une seconde intégrale; sous le signe d'intégration se trouvera une combinaison telle que

$$MP\frac{dQ}{dx}+NQ\frac{dP}{dx}.$$

On choisit alors V pour que $M=N$, et l'on intègre encore une fois par partie.

» L'intégrale proposée est égale à

$$\left[x^\gamma(1-x)^{\alpha+\beta-\gamma+1}V\left(Q\frac{dP}{dx}-P\frac{dQ}{dx}\right)-x^\gamma(1-x)^{\alpha+\beta-\gamma+1}PQ\frac{dV}{dx}\right]_0^1;$$

on prend la différence des valeurs de la parenthèse pour $x=1$ et $x=0$; V a pour expression

$$V=x^{\frac{\gamma'-\gamma}{2}}(1-x)^{\frac{\gamma-\gamma'}{2}-\frac{\alpha-\alpha'}{2}-\frac{\beta-\beta'}{2}}.$$

» Le calcul de la parenthèse se fera en se reportant à la théorie de la série $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$.

» Un cas particulier mérite, je crois, de fixer l'attention : c'est celui qui a lieu dans la supposition de

$$\gamma - \alpha - \beta = \gamma' - \alpha' - \beta' = m; \quad 1 > m > 0.$$

Suppose-t-on de plus $\gamma = \gamma'$, on retrouve le résultat dû à M. Appell. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles d'ordres supérieurs au premier.* Note de M. **A.-E. Pellet.**

« Soient $F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0$, ou simplement $F = 0$, une équation aux dérivées partielles du second ordre à laquelle doit satisfaire la fonction z des deux variables indépendantes x, y, et $V(x, y, z, p, q) = a$, ou simplement $V = a$, a étant une constante arbitraire, une intégrale intermédiaire de cette équation. Toute fonction z satisfaisant à l'équation différentielle $V = a$ satisfait, par hypothèse, à l'équation $F = 0$. Or, puisque a est arbitraire, on peut, pour un système quelconque de valeurs de x et y, se donner arbitrairement z, p et q. Les dérivées secondes r, s, t sont ensuite reliées par les deux équations

$$\begin{aligned} V'_p r + V'_q s + V'_x + V'_z p &= 0, \\ V'_p s + V'_q t + V'_y + V'_z q &= 0. \end{aligned}$$

Si l'on en tire les valeurs de deux d'entre elles, r et t par exemple, en fonction de la troisième s, et qu'on substitue dans l'équation $F = 0$, elle doit être satisfaite, quelle que soit la valeur de s. De là on déduira un certain nombre d'équations aux dérivées partielles du premier ordre pour la fonction V.

» Il est clair que, réciproquement, toute fonction V, satisfaisant à ces équations différentielles, donne, égalée à une constante, une intégrale intermédiaire de l'équation $F = 0$.

» Dans le cas où $F = N(rt - s^2) + Rz + 2Ss + Tt + M$, on est conduit aux deux équations

$$\left(N\frac{V'_x + V'_z p}{V'_p} - T\right)V'^2_p + 2SV'_p V'_q + \left(N\frac{V'_y + V'_z q}{V'_q} - R\right)V^2_q = 0,$$

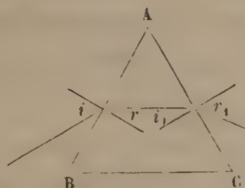
$$N\frac{V'_x + V'_z p}{V'_p}\,\frac{V'_y + V'_z q}{V'_q} - R\frac{V'_x + V'_z p}{V'_p} - T\frac{V'_y + V'_z p}{V'_q} + M = 0.$$

» La méthode est générale; elle peut se résumer dans le théorème suivant :

» *Soit* $F = 0$ *une équation aux dérivées partielles d'ordre* m, *le nombre des variables indépendantes étant* n. *Pour que l'équation différentielle* $V - a = 0$, *d'ordre* μ *inférieur à* m, *soit une intégrale intermédiaire de l'équation* $F = 0$, *il faut et il suffit que cette équation* $F = 0$ *soit satisfaite pour tout système de valeurs des dérivées de la fonction inconnue d'ordre supérieur à* μ, *satisfaisant à toutes les équations obtenues en prenant les dérivées successives de l'équation* $V = a$ *par rapport aux* n *variables indépendantes.* »

OPTIQUE. — *Minimum de dispersion des prismes; achromatisme de deux lentilles de même substance.* Note de M. **Thollon**, présentée par M. Desains.

« Un rayon lumineux d'une réfrangibilité déterminée traverse un prisme ABC et fait avec les faces AB, AC les angles d'incidence i, i_1 et les angles de réfraction r, r_1; A étant l'angle réfringent du prisme et n son indice



pour le rayon considéré, on sait que la valeur de r_1 en fonction de i est donnée par la relation

$$\sin r_1 = \sin A \sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \cos A \sin i. \tag{1}$$

» Un deuxième rayon d'une réfrangibilité un peu différente traverse le même prisme sous la même incidence i. A la sortie, les deux rayons font un angle très petit dr_1, dont la valeur s'obtient en différentiant l'équation (1) par rapport à n :

$$dr_1 = \frac{\sin A}{\cos r \cos r_1} dn. \tag{2}$$

dr_1 représente la dispersion élémentaire du prisme. On voit que, A, n et dn conservant des valeurs constantes, cette dispersion peut néanmoins prendre des valeurs très différentes. En effet, si l'on fait varier r_1 de $r_1 = 90°$ jus-

qu'à la valeur correspondant à $i = 90$ donnée par la relation

$$\sin r_1 = \sin A \sqrt{n^2 - 1} - \cos A,$$

à la première de ces limites on a $dr_1 = \infty$, à la deuxième $dr_1 = f(n, A)$. La valeur de dr_1, en variant de ∞ à $f(n, A)$, passera par un minimum que nous allons essayer de déterminer. Pour cela représentons par y le produit $\cos r \cos r_1$, et nous aurons successivement

$$y = \cos r \cos r_1,$$

$$dy = -\sin r \cos r_1 dr - \cos r \sin r_1 dr_1,$$

(3) $$\frac{dy}{dr_1} = -\sin r \cos r_1 \frac{dr}{dr_1} - \cos r \sin r_1;$$

remplaçant $\frac{dr}{dr_1}$ par sa valeur

$$\frac{dr}{dr_1} = -\frac{\cos r_1}{n \cos i_1},$$

l'équation (3) devient

$$\frac{dy}{dr_1} = \frac{\sin r \cos^2 r_1}{n \cos i_1} - \cos r \sin r_1,$$

$$\frac{dy}{dr_1} = \frac{\sin r \cos^2 r_1 - n \cos r \sin r_1 \cos i_1}{n \cos i_1}.$$

Ce quotient différentiel est nul quand

(4) $$\sin r \cos^2 r_1 = n \cos r \sin r_1 \cos i_1.$$

» Étant donnés A, n et l'une quelconque des variables r, r_1, i_1, les autres sont connues, mais la solution générale du problème conduit à une équation du troisième degré. On arrive à un résultat très simple et suffisamment approché en opérant comme il suit sur l'équation (4) :

$$\sin r - \sin r \sin^2 r_1 = n^2 \cos r \sin i_1 \cos i_1,$$

$$\sin r - n^2 \sin r \sin^2 i_1 = n^2 \cos r \sin i_1 \cos i_1,$$

$$\operatorname{tang} r - n^2 \operatorname{tang} r \sin^2 i_1 = n^2 \sin i_1 \cos i_1,$$

$$\operatorname{tang} r = \frac{n^2 \sin i_1 \cos i_1}{1 - n^2 \sin^2 i_1},$$

$$\operatorname{tang} r = \frac{n^2 \operatorname{tang} i_1}{\frac{1}{\cos^2 i_1} - n^2 \operatorname{tang}^2 i_1},$$

(5) $$\operatorname{tang} r = \frac{n^2 \operatorname{tang} i_1}{1 - (n^2 - 1) \operatorname{tang}^2 i}.$$

En faisant

$$\frac{n^2 \tang i_1}{1-(n^2-1)\tang^2 i_1} = \tang(n^2 i_1),$$

on commet une erreur négligeable dans la plupart des cas, puisqu'il s'agit d'un maximum ou d'un minimum. Il est donc permis d'admettre qu'un rayon lumineux éprouve le minimum de dispersion quand il traverse le prisme en faisant

$$(6) \qquad r = n^2 i_1.$$

» Ce résultat, intéressant au point de vue théorique, se prête à un certain nombre d'applications importantes. Observons tout d'abord que le minimum de dispersion est loin de se confondre avec le minimum de déviation et que dans les lentilles, pour une distance focale déterminée, il correspondra toujours au minimum d'aberration de réfrangibilité. On voit dès lors que deux prismes de même substance, traversés, l'un au minimum de dispersion, l'autre au minimum de déviation, par un faisceau lumineux, pourront, dans des conditions convenables, dévier et en même temps achromatiser la lumière. On conclut de là qu'il est possible de combiner un système de lentilles de même matière susceptible d'avoir un foyer et en même temps d'être achromatique. Ce système ne convient évidemment que pour des distances focales très grandes.

» Si les deux lentilles sont de substances différentes, et qu'on se maintienne toujours dans les conditions du minimum de dispersion pour l'une et du minimum de déviation pour l'autre, le système possède alors des propriétés qui sont précieuses en certains cas. Considérons, en effet, deux radiations de même réfrangibilité situées dans le même plan horizontal et faisant, à l'entrée dans le prisme, l'un l'incidence i, l'autre l'incidence $i + di$; l'angle dr_1 qu'ils feront à la sortie sera

$$(7) \qquad dr_1 = \frac{\cos i \cos i_1}{\cos r \cos r_1} di.$$

Quand $r = n^2 i_1$, on a toujours $dr_1 < di$. Il résulte de là que l'angle sous lequel on voit une quelconque des dimensions d'un objet éloigné est plus petit quand on regarde cet objet à travers le système que quand on le regarde directement. Un objectif de cette espèce adapté au collimateur d'un spectroscope équivaudrait à une réduction des dimensions de la fente, et par conséquent à un accroissement du pouvoir de résolution de l'appareil.

» Ajoutons enfin qu'au point de vue de la réfraction un défaut de la surface se réduit à une différence d'incidence di, laquelle produit une différence d'émergence dr_2 calculable au moyen de la formule (7); dr_1, égal à di dans le cas du minimum de déviation, devient plus petit et décroît jusqu'à zéro quand i devient plus grand que r_1 et tend vers 90°; il devient au contraire plus grand que di et croît jusqu'à l'infini quand r_1 est plus grand que i et tend vers 90°. Le système en question a donc la triple propriété de réduire à la fois l'aberration de réfrangibilité, les dimensions des images et l'action perturbatrice des surfaces. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la vapeur de bisulfhydrate d'ammoniaque.* Note de M. ISAMBERT.

« MM. Engel et Moitessier ont cru reconnaître que le sulfhydrate d'ammoniaque était décomposé d'une manière complète à 50°, et, dans une Note publiée aux *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1353, ils donnent, comme preuve du fait qu'ils avancent, la séparation presque complète des deux éléments du sulfhydrate d'ammoniaque par le charbon qui absorbe de préférence le gaz ammoniac et laisse la plus grande partie de l'acide sulfhydrique. Les expériences que j'ai publiées en 1868 dans ma Thèse, insérée dans les *Annales de l'École Normale supérieure* de cette même année (1), me permettent de discuter la valeur des preuves apportées par ces savants à l'appui de leur opinion.

» En effet, il résulte de mes expériences qu'un charbon ayant absorbé du gaz ammoniac et ne donnant plus à 100° qu'une tension de 61^{mm} renfermait encore plus du dixième du gaz ammoniac qu'il avait absorbé; et ce n'est pas là une limite; mais, en nous contentant des résultats fournis par des expériences bien antérieures à celles que viennent de publier MM. Engel et Moitessier, nous pouvons dire qu'il suffirait que la tension du gaz ammoniac dans le sulfhydrate d'ammoniaque dissocié à 100° fût de 60^{mm} pour que la décomposition devînt complète par diffusion, en présence du charbon qui absorbe le gaz ammoniac à mesure qu'il devient libre et empêche ainsi la tension de l'ammoniaque dans le mélange d'atteindre 60^{mm}, et l'équilibre de se produire. L'expérience de MM. Engel et Moitessier prouve simplement que le charbon absorbe mieux le gaz ammoniac que le sulfhy-

(1) *Annales de l'École Normale supérieure*, t. V, p. 153. Paris, Gauthier-Villars.

drate d'ammoniaque, mais elle n'est pas susceptible d'indiquer même une valeur approchée de la tension du gaz ammoniac dans la matière sur laquelle ils ont opéré. Cet exemple nous montre combien les questions de ce genre sont complexes et quelle prudence il convient d'apporter dans les conclusions qu'on est tenté d'en déduire. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la dissolution de l'oxyde de carbone dans le protochlorure de cuivre acide.* Note de M. **H. Hammerl**, présentée par M. Berthelot.

« 1. J'ai déterminé la quantité de chaleur dégagée par la réaction de l'oxyde de carbone sur le protochlorure de cuivre dissous dans l'acide chlorhydrique.

» La solution contenait :

	Sur 100 parties.	En équivalents.
Cu^2Cl	14,015	1,00
HCl	18,64	3,59
HO	67,345	52,6

» Elle absorbait environ 2 pour 100 ou vingt fois son volume de gaz oxyde de carbone. Au delà de cette limite, l'addition d'oxyde de carbone déterminait la formation de la combinaison cristallisée découverte par M. Berthelot. Cette solution devant servir de liquide calorimétrique, on a dû en déterminer avec soin la chaleur spécifique : plusieurs expériences effectuées entre $-9°$ et $+38°$ ont donné le chiffre 0,642 pour la température moyenne de $+16°$.

» 2. Pour mesurer la chaleur dégagée par la réaction de l'oxyde de carbone sur le protochlorure de cuivre, j'ai fait arriver le gaz, exempt d'acide carbonique et surtout d'oxygène, dans une fiole de verre mince contenant environ 600^{cc} de la solution ; l'atmosphère de la fiole avait été soigneusement balayée par un courant d'azote pur. La quantité d'oxyde de carbone employée a été déterminée par l'augmentation de poids de la fiole.

» 3. En condensant de cette manière, dans le même liquide, des quantités successives d'oxyde de carbone ($2^{gr},76$, $2^{gr},66$, $2^{gr},88$), j'ai trouvé, pour la chaleur de dissolution (rapportée à $C^2O^2 = 28^{gr}$) de ce gaz dans le protochlorure de cuivre acide, les nombres

$$\left.\begin{matrix} \overset{c}{+11,7} \\ +11,3 \\ +11,1 \end{matrix}\right\} \text{Moyenne} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +11^{c},37$$

» Pour apprécier la valeur des nombres ci-dessus, on peut les comparer à la chaleur de dissolution dans l'eau d'un gaz tel que l'acide carbonique; M. Berthelot a trouvé (pour $C^2O^4 = 44^{gr}$) le nombre $5^c,6$, environ moitié moindre que le précédent; mais aussi il y a, dans le cas de l'oxyde de carbone, une véritable combinaison chimique.

» 4. J'ai cherché à mesurer la quantité de chaleur dégagée par la cristallisation du composé solide d'oxyde de carbone et de chlorure cuivreux. Dans ce but, j'ai fait passer l'oxyde de carbone dans une solution déjà presque saturée de ce gaz, de manière à obtenir pendant l'expérience thermique un abondant dépôt de cristaux. Deux dosages du cuivre contenu dans la liqueur avant et après l'expérience permettent de calculer la quantité de celui qui est renfermé dans la combinaison précipitée. Ceci posé, admettons que chaque équivalent de chlorure cuivreux

$$(Cu^2Cl = 98,5),$$

tant dissous que séparé sous forme solide, est uni avec 1 équivalent d'oxyde de carbone, conformément à la formule $Cu^2Cl, CO, 2HO$, que M. Berthelot regarde comme la plus probable. Nous connaissons, d'autre part, le poids d'oxyde de carbone absorbé pendant l'expérience thermique, tant pour compléter la saturation que pour former le composé cristallisé : ce poids se partage en deux portions faciles à évaluer, car la somme des deux est connue et la seconde est proportionnelle au poids du chlorure cuivreux précipité. Maintenant la chaleur dégagée par l'oxyde de carbone simplement dissous se calcule d'après les données de mes premières expériences : elle est de $50^{cal},5$ par gramme d'oxyde de carbone. Déduisons ce chiffre de la chaleur totale, et la différence représentera la chaleur dégagée par la formation du composé solide. J'ai trouvé ainsi dans deux expériences, où les poids de gaz condensé ont été $1^{gr},038$, $1^{gr},275$, les nombres $7^c,18$ et $7^c,69$; en moyenne $7^c,41$, ou pour un double équivalent $14^c,82$. La différence entre ce chiffre et le nombre 11,37, c'est-à-dire $+3^c,45$, représente la chaleur dégagée par la séparation du sein du dissolvant, dans l'état cristallisé, du composé $(Cu^2Cl)^2, C^2O^2, 2H^2O^2$. C'est, si l'on veut, la chaleur de dissolution de ce composé, dans le milieu employé, prise avec le signe contraire [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'acide tartrique en acides glycérique et pyruvique.* Note de M. G. **Bouchardat**, présentée par M. Berthelot.

« On sait que l'acide tartrique chauffé avec l'acide sulfurique produit du gaz oxyde de carbone. MM. Dumas et Piria ont constaté que, au commencement, le mélange gazeux est formé de 4^{vol} d'oxyde de carbone et de 1^{vol} de gaz sulfureux, composition qui répond à une destruction totale. A la fin et quand on élève la température, le mélange gazeux s'enrichit en gaz sulfureux et contient du gaz carbonique. On ne s'est pas préoccupé de rechercher si la production de ces gaz provenait d'une destruction totale ou d'une sorte de dédoublement de l'acide tartrique, donnant naissance à d'autres corps organiques. C'est ce point qui fait l'objet de ce travail.

» J'ai cherché à effectuer la réaction à la température la plus basse pour éviter la coloration du produit et la destruction des corps formés. On y arrive en employant un grand excès d'acide très riche en anhydride. On mélange en refroidissant 1^p d'acide tartrique avec 6^p à 7^p d'acide sulfurique renfermant plus de 80 pour 100 d'anhydride. On échauffe ensuite le mélange très lentement jusqu'à 40° ou 50°, température qui ne doit pas être dépassée si l'on veut obtenir un produit incolore. On arrête quand la masse, pâteuse au début, se liquéfie et que le dégagement gazeux se ralentit beaucoup. Les gaz ont la composition signalée par MM. Dumas et Piria. J'y ai seulement vu, dès le début, la présence de 2 à 4 pour 100 de gaz carbonique; cette quantité croît un peu vers la fin de l'opération.

» Le résidu refroidi est étendu de beaucoup d'eau et saturé à froid par la baryte. On juge aisément de l'instant où tout l'acide sulfurique est éliminé; l'addition de baryte donne naissance alors à un précipité un peu jaune, floconneux, devenant poisseux par dessiccation, différent du sulfate pulvérulent et très dense. On filtre et l'on achève la saturation. On obtient ainsi un sel de baryte insoluble et une solution renfermant de la baryte.

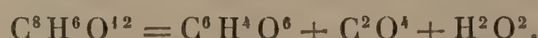
» Le précipité est du tartrélate de baryte renfermant du tartrate. La liqueur, évaporée rapidement, dépose du tartrate de baryte renfermant du racémate; elle devient acide. Le tartrate provient de l'hydratation d'un sel soluble de baryte, le ditartrate ou tartralate. On sature de nouveau, on filtre, et par l'évaporation on a une masse non cristalline renfermant les acides glycolique et pyruvique.

» Les deux acides, mis en liberté par l'acide sulfurique, sont changés en sels calcaires. Par évaporation, on obtient une cristallisation en choux-fleurs d'un sel qui, après purification, possède la composition du glycolate de chaux $C^4H^3CaO^6 + 4HO$ (sel desséché complètement, Ca = 20,85 et 20,9, calculé = 21,5; HO = 28,4 à 28,9, calculé pour 4HO = 27,6). L'acide glycolique que l'on en retire peut cristalliser. Il ne précipite pas l'acétate de plomb, mais précipite par l'addition d'ammoniaque ou par le sous-acétate de plomb. Il forme avec les oxydes de cuivre et de zinc des sels caractéristiques. Le sel de zinc, qui cristallise avec 2HO, a donné, après dessiccation, Zn = 30,1, calculé = 30,5.

» L'eau mère calcique du glycolate de chaux renferme un autre sel ne cristallisant pas par évaporation et qui est du pyruvate. Il a été extrait par l'acide sulfurique et l'agitation de sa solution avec l'éther. Il est incristallisable, très soluble dans l'eau; il donne avec le sous-acétate de plomb un précipité soluble dans un excès de réactif; soumis à la distillation, il se décompose partiellement, en donnant de l'acide pyrotartrique qui cristallise dans le col de la cornue et qui est identique avec celui qu'on prépare avec l'acide tartrique. Tous les sels que j'ai préparés avec cet acide ne cristallisent pas par évaporation à l'aide de la chaleur. Ce n'est que par évaporation spontanée que j'ai pu faire cristalliser le sel de cuivre, qui est vert, et le sel de chaux. Ce dernier, complètement desséché par une longue exposition à 110°, a donné Ca = 17,8 et 18,5, calculé = 17,7.

» La formation des acides tartrélique et ditartrique, déjà indiquée par M. Fremy, s'explique par l'action déshydratante de l'acide sulfurique.

» La formation de l'acide pyruvique paraît devoir être due, dans ces conditions, à la même cause. L'acide tartrique $C^8H^6O^{12}$ perd les éléments de l'eau H^2O^2, puis 1 molécule d'acide carbonique :



$$C^8H^6O^{12} = C^6H^4O^6 + C^2O^4 + H^2O^2.$$

La température de cette réaction, qui s'effectue par l'action seule de la chaleur, a été abaissée de plus de 100° par la présence de l'acide sulfurique.

» La formation de l'acide glycolique s'explique aisément si l'on tient compte des divers modes de production de l'acide tartrique, et en particulier de sa synthèse faite à l'aide de la dicyanhydrine du glyoxal. L'acide tartrique renfermerait donc deux fois le groupement de l'acide formique; cet acide, sous l'influence de l'acide sulfurique, donne facilement de l'oxyde de carbone et de l'eau.

» La réaction peut être exprimée par l'équation



$$C^8H^6O^{12} = 2C^2O^2 + 2H^2O^2 + C^4H^2O^4,$$

» Le composé intermédiaire $C^4H^2O^4$, qui posséderait la composition du glyoxal, fixerait une molécule d'eau soit directement soit plutôt par l'intermédiaire d'un composé sulfoconjugué, en donnant l'acide glycolique



$$C^4H^2O^4 + H^2O^2 = C^4H^4O^6.$$

» Un grand nombre d'acides organiques (les acides mucique, citrique, malique) se comportent de la même manière avec l'acide sulfurique anhydre; j'étudie en ce moment les dérivés des principaux d'entre eux [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les isoméries du bornéol.* Note de M. **J. de Montgolfier**, présentée par M. Berthelot.

« Il y a déjà quelque temps, j'ai montré qu'on obtient dans l'hydrogénation du camphre droit, par quelque procédé qu'on la réalise, un mélange de deux bornéols, l'un droit, stable, l'autre gauche, instable et susceptible de se transformer en droit. Ce bornéol gauche instable ne donne pas naissance à un camphre gauche correspondant, mais bien au camphre droit primitif. L'oxydation avait été faite au moyen de l'acide nitrique, dont la réaction sur le bornéol est toujours très vive; mais j'ai obtenu depuis les mêmes résultats en oxydant, à froid, au moyen de l'acide chromique, le bornéol en solution aqueuse. Il n'existerait donc pas de camphre instable.

» Restait à vérifier si l'on obtiendrait de même un bornéol droit instable en partant du camphre gauche. M. Berthelot m'ayant mis à même de faire cette vérification en me procurant quelques grammes de camphol de garance, substance gauche due à l'obligeance de M. Jeanjean qui l'a découverte, j'ai successivement transformé ce camphol en camphre, puis en camphol, enfin en camphre qui s'est trouvé identique à celui dont on était parti. Voici, d'ailleurs, l'ensemble des observations et comparativement une de mes anciennes expériences sur le camphre droit :

Camphol de garance $[\alpha]_D$..	— 36°.15′	Camphol droit $[\alpha]_D$......	+ 37
Camphre................	— 42.43	Camphre..............	+ 43
Camphol dérivé..........	— 11.31	Camphol dérivé.........	+ 10
Camphre régénéré...... .	— 41	Camphre régénéré.......	+ 43

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot.

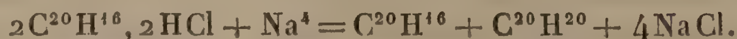
» La très faible différence du camphre gauche régénéré tient à la dilution de la solution avec laquelle a été observé son pouvoir rotatoire. L'analogie entre les deux séries de transformations est assez évidente pour pouvoir être attribuée aux mêmes causes et justifie l'existence que j'avais annoncée des neuf bornéols isomères.

» Au courant de ces recherches, j'ai eu occasion de constater la présence du camphol dans la plupart des échantillons de camphre, dont je l'ai retiré en nature. Ces camphols ne répondent pas, comme pouvoir rotatoire, au camphre dont on les extrait. Ainsi le camphol retiré du camphre ordinaire correspond à un camphre $+33°$ environ, et un camphol extrait d'un camphre de romarin dont le pouvoir était $+21°,6$ a donné par oxydation un *camphre gauche* $-24°$ [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le bichlorhydrate de térébenthène.* Note de M. J. DE MONTGOLFIER, présentée par M. Berthelot.

« J'ai fait voir, dans un précédent travail, que les monochlorhydrates solide et liquide d'essence de térébenthine donnaient, en les décomposant par le sodium, une certaine proportion d'hydrures, de formule $C^{20}H^{18}$, correspondant par conséquent, comme saturation, aux monochlorhydrates primitifs.

» 1. Je viens d'obtenir des résultats analogues avec le bichlorhydrate; la réaction du sodium a lieu en donnant un mélange de carbures $C^{20}H^{16}$ et $C^{20}H^{20}$ suivant l'équation



$$2C^{20}H^{16}, 2HCl + Na^4 = C^{20}H^{16} + C^{20}H^{20} + 4NaCl.$$

» La formation du terpilène dans cette réaction ayant déjà été constatée par M. Berthelot, je me suis borné à la recherche des carbures plus hydrogénés. Pour cela, le produit brut de la réaction a été traité successivement par l'acide sulfurique ordinaire, pour polymériser les carbures $C^{20}H^{16}$, et par l'acide sulfurique fumant. Ce dernier traitement sépare un liquide qui, après purification convenable, bout à $170°$ (corr.) et présente la composition et les propriétés de l'*hydrure de terpilène,* carbure obtenu déjà par M. Berthelot dans l'action de l'acide iodhydrique sur le térébenthène et

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

divers composés. L'analyse a donné, en effet :

	Trouvé.	Calculé ($C^{20}H^{20}$)
C.	85,63	85,7
H.	14,48	14,3

» C'est un liquide mobile, à odeur fade et camphrée ; sa densité est de 0,8179 à zéro et de 0,8060 à 17°,5, supérieure par conséquent à celle du diamylène, dont le distingue d'ailleurs sa résistance à l'acide sulfurique. Je continue l'étude chimique de ce carbure et des hydrures $C^{20}H^{18}$.

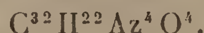
» 2. La formation *régulière* d'hydrures dans la réaction du sodium sur les composés chlorés (ou bromés) ne s'observe guère qu'avec les chlorhydrates ou les éthers chlorhydriques. Les autres dérivés subissent une destruction plus ou moins complète avec régénération, par une réaction secondaire, d'une partie du carbure primitif. C'est du moins ce que j'ai constaté pour le *cymène bromé :* la réaction du sodium est excessivement vive; il se forme un charbon volumineux, et il distille une petite quantité de liquide, qui est du cymène, avec une trace excessivement faible de benzine. La tétraméthylbenzine bibromée (composé cristallisé provenant de la tétraméthylbenzine liquide) subit une destruction analogue, avec régénération d'une partie du carbure primitif. Il est aisé de se rendre compte du mécanisme de ces hydrogénations : une partie du produit subissant une destruction totale avec dépôt de charbon, l'hydrogène rendu libre régénère une portion du carbure primitif. C'est une réaction analogue qui donne vraisemblablement naissance à la benzine dans la destruction de la benzine monobromée par le sodium (et non point la présence d'eau ou d'acide bromhydrique), la formation de diphényle ne portant que sur une partie relativement faible du composé bromé.

» 3. En terminant, je signalerai les combinaisons liquides que le bichlorhydrate de térébenthène est susceptible de former avec les corps les plus divers. M. Berthelot a fait connaître, il y a déjà bien longtemps, la première de ces combinaisons, celle qu'il forme avec le camphre artificiel. D'après mes observations, les divers camphènes, le camphre, le camphre monochloré, les composés $C^{20}H^{16}Cl^2$ et $C^{20}H^{15}Cl$, s'unissent de même au bichlorhydrate en le liquéfiant. La réaction est moins nette avec l'hydrure de camphène cristallisé, moins nette encore avec les camphres de menthe et de patchouli. Le bornéol, les camphres mono et dibromés ne réagissent pas, et, en somme, la combinaison ne paraît avoir lieu qu'avec les corps qui, quoique bien cristallisés, possèdent une certaine mollesse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'indigotine.* Note de M. E. GIRAUD.

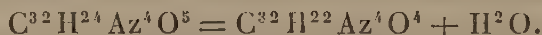
« L'indigo blanc chauffé en vase clos vers 200° avec de l'hydrate de baryte a fourni à M. Schützenberger un produit complexe qui, sublimé avec de la poudre de zinc, donne une substance cristallisée en aiguilles ou en lames incolores; isomère de l'indol, ce corps a été décrit sous le nom d'*indoline* (1). D'après les conseils de l'auteur, j'ai cherché à isoler et à déterminer la substance qui fournit ainsi l'indoline par réduction.

» Un mélange formé de 50gr d'indigo, de 1lit d'hydrosulfite de soude concentré et d'une quantité de soude suffisante pour rendre la liqueur franchement alcaline, a été maintenu pendant quarante-huit heures entre 175° et 180°. On obtient ainsi une solution brun foncé qui verdit au contact de l'air, en même temps qu'il se forme un dépôt rouge; celui-ci a été traité par l'alcool, qui le dissout en grande partie, en laissant un résidu d'indigotine bleue. Par l'évaporation de la solution alcoolique, on voit se former un dépôt rouge foncé, presque noir, soluble en rouge dans l'alcool; l'analyse conduit à la formule



$$C^{32}H^{22}Az^{4}O^{4}.$$

» Il se dissout dans les alcalis caustiques, en donnant une liqueur verte qui passe au jaune par une ébullition de quelques instants, et par suite de la transformation du corps rouge précédent en une substance jaune jouant le rôle d'acide. En effet, le liquide devenu jaune donne avec les acides minéraux un précipité floconneux jaune, dont la composition correspond à la formule



$$C^{32}H^{24}Az^{4}O^{5} = C^{32}H^{22}Az^{4}O^{4} + H^{2}O.$$

» Le sel de soude a donné des nombres correspondant à la formule



$$C^{32}H^{22}Na^{2}O^{5}.$$

» Le corps jaune dérive du premier par hydratation, comme l'acide isatique dérive de l'isatine; il est le véritable générateur de l'indoline $C^{16}H^{14}Az^{2}$, car il suffit de le mélanger à un excès de poudre de zinc et de le chauffer

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 147.

au bain de sable dans un creuset de porcelaine couvert pour obtenir un sublimé abondant d'indoline.

» La sublimation sans poudre de zinc donne le même résultat, mais l'indoline est beaucoup moins abondante et une grande partie de la matière se charbonne.

» Il paraît être identique avec la flavindine de Laurent ou tout au moins très voisin de ce corps. Il s'obtient facilement en une seule opération, lorsqu'on chauffe à 180° de l'indigotine avec de l'hydrosulfite de soude et un excès de soude caustique [1]. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Comparaison des effets des inhalations de chloroforme et d'éther, à dose anesthésique et à dose toxique, sur le cœur et la respiration; applications.* Note de M. ARLOING, présentée par M. Bouley.

« I. Tous les médecins ont observé que les premières inspirations de chloroforme et d'éther produisent une vive excitation, au cours de laquelle la mort peut survenir brusquement. M. Bert a démontré que cette période d'excitation était due à l'action irritante des vapeurs anesthésiques sur les nerfs sensitifs des premières voies respiratoires, et Dogiel, Holmgreen et Grade, Hering et Kratschmer, Krishaber, Franck ont constaté que les syncopes souvent mortelles qui surviennent à ce moment reconnaissent la même cause. Les expérimentateurs ont encore signalé une autre période d'agitation qui se montre pendant l'introduction directe des vapeurs dans la trachée. Elle fut attribuée par Dogiel, Holmgreen, Rutherford et Richardson à l'influence des vapeurs de chloroforme sur la terminaison des nerfs bronchiques, et par Picard à l'action que les anesthésiques exercent sur tous les nerfs sensitifs avant d'en déterminer physiologiquement la mort.

» Nous avons étudié cette seconde période d'excitation comparativement avec le chloroforme et l'éther. Voici les résultats que nous avons obtenus. Lorsqu'on fait pénétrer dans la trachée d'un chien un air chargé de vapeurs de *chloroforme*, le cœur de cet animal se précipite (150 à 160 pulsations par minute); la pression s'élève dans les artères, puis s'abaisse, malgré une accélération croissante du pouls (200 pulsations); les systoles deviennent de plus en plus petites; tout à coup le cœur se ralentit, exécute

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

encore trois ou quatre systoles lentes, allongées, et s'arrête tout à fait. Ces phénomènes se déroulent en trente secondes environ.

» Simultanément la respiration s'accélère, le thorax tend à se resserrer de plus en plus; on observe ensuite quelques profondes respirations entrecoupées, et, enfin, trois ou quatre respirations convulsives et la mort. Si l'on suspend assez vite l'inhalation trachéale, les accidents disparaissent; la respiration se rétablit la première. En administrant l'*éther* dans les mêmes conditions, on est loin de provoquer des phénomènes aussi alarmants. La première inhalation peut durer quatre à cinq minutes sans amener ni le ralentissement ni l'arrêt du cœur. La respiration est aussi beaucoup moins troublée que par le chloroforme.

» En résumé, l'introduction des vapeurs anesthésiques dans le milieu sanguin s'accompagne : avec le chloroforme, d'une accélération du cœur, brusquement suivie du ralentissement et de l'arrêt de cet organe (sidération); avec l'éther, d'une accélération et d'un simple affaiblissement des contractions du cœur.

» La seconde période d'excitation s'observe après la section des nerfs vagues : preuve que l'explication qui en a été donnée à l'étranger n'est pas acceptable. En combinant cette section à celle de la moelle épinière, on peut se convaincre que l'accélération du cœur et l'augmentation de la tension artérielle sont placées sous l'influence des centres bulbo-médullaires et du sympathique, et l'arrêt du cœur sous la dépendance des vagues.

» II. Si, suspendant et reprenant de temps en temps les inhalations trachéales, on continue l'administration des anesthésiques jusqu'à l'apparition des phénomènes toxiques, on constate avec étonnement que les animaux présentent une sorte d'accoutumance; un moment arrive où il faut insister sur les inhalations pour amener la mort. Dans ce cas, le *chloroforme* produit une accélération croissante du cœur, en dépit de laquelle la pression artérielle diminue de plus en plus, parce que la force des systoles devient de plus en plus petite; bientôt les pulsations, séparées par des pauses assez longues, deviennent rares et à peine sensibles; enfin, le cœur s'arrête deux ou trois minutes après la respiration. Celle-ci présente, avant sa suppression, des phases d'accélération et d'apnée; par moment, elle diminue d'amplitude à ce point que son tracé rappelle un graphique de pulsations artérielles précipitées. L'intoxication par l'*éther* a une physionomie spéciale. Le cœur s'arrête bien encore après la respiration; mais, au lieu de présenter un ralentissement préalable de ses contractions, il bat de plus en plus vite. Les pulsations sont petites, à peine perceptibles, et

cessent brusquement trente-cinq à quarante secondes seulement après la respiration. Celle-ci s'accélère, perd de son amplitude et offre des pauses respiratoires qui conduisent insensiblement à l'arrêt en expiration.

» III. Cette double étude nous renseigne sur le mécanisme des accidents qui surviennent dans le cours de l'anesthésie.

» Quand la mort survient au début des inhalations, elle est due à l'arrêt réflexe du cœur et de la respiration consécutif à l'irritation des nerfs des premières voies respiratoires. Plus tard, quand l'anesthésique se répand dans le torrent circulatoire, la mort arrive par arrêt du cœur. Si l'anesthésie dure longtemps ou si l'anesthésique est donné à dose massive, il y a empoisonnement et la mort commence par l'arrêt de la respiration; l'arrêt du cœur suit plus ou moins près.

» Tous les cas de mort observés dans la pratique peuvent, si l'on y réfléchit bien, être rapportés à l'un ou à l'autre de ces trois mécanismes. Donc ce vieux précepte, surveiller le cœur quand on emploie le chloroforme, la respiration quand on se sert de l'éther, n'est pas rigoureusement vrai à toutes les périodes de l'anesthésie. Dans la première phase, l'attention doit être dirigée à la fois vers le cœur et la respiration, aussi bien avec l'éther qu'avec le chloroforme. Dans la deuxième phase, on surveillera le cœur et l'on redoublera de vigilance si l'on fait usage du chloroforme, car c'est à cette période que l'on est exposé à voir survenir, surtout avec cet agent, la sidération des malades, comme disent les chirurgiens. Dans la troisième, on surveillera avec soin la respiration, et, comme le dénoûment de l'intoxication par l'éther est plus soudain que celui de l'empoisonnement par le chloroforme, le chirurgien fera sagement, à moins d'indications spéciales, de préférer le chloroforme à l'éther lorsque l'opération à entreprendre sera ou pourra être de longue durée; il aura ainsi plus de temps, avant l'arrêt du cœur, pour lutter contre les accidents de l'intoxication. »

PHYSIOLOGIE. — *Des causes de la mort par les injections intra-veineuses de lait et de sucre*. Note de MM. **R. Moutard-Martin** et **Ch. Richet**, présentée par M. Vulpian.

« Plusieurs auteurs ayant préconisé les injections intra-veineuses de lait comme un procédé thérapeutique destiné à remplacer la transfusion du sang, nous avons essayé de déterminer les causes de la mort que provoquent ces injections sur des chiens lorsqu'elles introduisent dans le système cir-

culatoire une quantité considérable de lait. Sans entrer dans le détail de ces expériences, nous résumerons ainsi nos conclusions :

» 1° Les symptômes qui suivent l'injection de doses massives de lait sont d'abord des phénomènes d'excitation bulbaire (mouvements de déglutition, vomissements) et de la polyurie; plus tard on observe encore des phénomènes d'excitation bulbaire ou protubérantielle (troubles de l'innervation respiratoire, cris aigus, contracture des membres, arrêt du cœur).

» 2° Le lait injecté dans le système vasculaire, même à dose considérable (1300^{gr}), n'a aucune action immédiate sur la circulation pulmonaire, la contractilité musculaire, l'excitabilité des nerfs et des centres nerveux supérieurs.

» 3° L'introduction de ferment lactique dans les veines paraît être sans effet, non-seulement chez le chien, mais encore chez le lapin, animal plus propre au développement rapide des organismes inférieurs.

» La conclusion générale de nos expériences est que la mort, après injection de grande quantité de lait, survient par suite de l'anémie bulbaire, laquelle produit toujours des phénomènes d'excitation. Cette anémie peut tenir à diverses causes, soit à l'oblitération des capillaires du bulbe par les globules graisseux du lait, soit à la dilution ou à l'altération du sang.

» Nous avons fait aussi des injections de sucre dans les veines, et constaté que des doses relativement très faibles de sucre produisent une polyurie immédiate et très-marquée. Peut-être l'action diurétique du lait est-elle due en partie au sucre contenu dans le lait [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur la ponte des Amblystomes au Muséum d'Histoire naturelle.* Note de M. L. VAILLANT, présentée par M. Blanchard.

« M. le professeur Blanchard a signalé, dans la séance du 27 mars 1876 [1], la ponte effectuée par les Amblystomes, provenant d'Axolotls nés à la ménagerie du Muséum. Depuis cette époque, ces animaux ont été suivis attentivement et ont donné lieu à quelques observations dont je crois utile d'indiquer le résultat.

» Ces œufs, pondus vers le 19 mars, se sont régulièrement développés

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Vulpian, à l'École de Médecine.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 716. Une Note sur le même sujet a également été publiée dans le *Bulletin de la Société Philomathique de Paris*, 6e série, t. XI, p. 13.

suivant le mode précédemment connu pour les Axolotls. Les têtards passèrent l'hiver à l'état de larves branchifères et l'on parvint à conserver une quarantaine d'individus. En février 1877, c'est-à-dire au bout de dix mois, un de ceux-ci se transforma en Amblystome. Quant aux autres, il en fut fait deux parts : les uns (première série) furent placés dans un aquarium plein d'eau et maintenus ainsi complètement immergés; les autres (deuxième série) furent mis, au contraire, dans un récipient où le niveau du liquide ne s'élevait pas à plus de $0^{m},03$ ou $0^{m},04$; un terre-plein permettait de plus aux animaux de sortir de l'eau facilement. Comme terme de comparaison, d'autres individus provenant d'une ponte d'Axolotls ordinaires furent, en nombre à peu près égal, partagés en deux séries correspondantes et mis dans les mêmes conditions.

» Le tableau ci-joint indique l'état actuel de l'expérience suivie depuis un peu plus de trois ans. Il fait connaître par chaque série le nombre des individus transformés, de ceux restés à l'état d'Axolotls et enfin le chiffre des morts.

Ponte des Amblystomes.

	Amblystomes.	Axolotls.	Morts.
Première série...........	1	16	3
Deuxième série.........	2	14	4

Ponte des Axolotls.

	Amblystomes.	Axolotls.	Morts.
Première série...........	2	4	10
Deuxième série...........	1	4	11

» Depuis 1876, la reproduction entre Amblystomes n'avait pu être obtenue de nouveau, mais le 13 et le 14 avril dernier ces animaux présentèrent des modifications qui permettaient de prévoir une ponte prochaine. L'abdomen des femelles avait acquis un développement notable; chez les mâles, les lèvres du cloaque étaient gonflées; la queue, ordinairement arrondie, avait pris une forme élevée, par suite du développement d'une crête verticale accusée surtout à la partie supérieure de l'organe où elle dépasse notablement le niveau de la ligne dorsale. M. Desguez, commis de la ménagerie, fut même, à cette époque, témoin de l'accouplement. La première ponte, commencée le 17 avril, s'est continuée les deux ou trois jours suivants, une seconde eut lieu le 12 mai et aujourd'hui existent à la ménagerie environ soixante-dix à quatre-vingt têtards très vifs et bien développés. Quelques-uns des premiers éclos ont même acquis en moins de trois mois

une taille relativement considérable; ils ne mesurent pas moins de $0^m,10$ à $0^m,12$; leur tégument est marbré de vert avec des taches blanchâtres plus apparentes que chez les Axolotls ordinaires, dont ils offrent, du reste, tous les caractères extérieurs.

» La fécondité des Axolotls transformés n'étant plus contestable, on est conduit à reconnaître qu'il faut les considérer non comme une forme aberrante résultant en quelque sorte d'une modification pathologique, opinion soutenue par un certain nombre d'auteurs et admise encore par quelques savants étrangers, mais bien comme une métamorphose normale conforme au cycle habituellement connu chez les Urodèles. Ces animaux, dans certaines circonstances biologiques encore à déterminer, peuvent, il est vrai, se reproduire sous deux états, l'état larvaire et l'état de complet développement; toutefois c'est là un fait qui n'est pas sans présenter des analogues chez les Vertébrés inférieurs et certains Articulés, suivant la remarque faite dès 1868 par M. Blanchard ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Anatomie comparée des Hirudinées. Organisation de la Batracobdelle* (Batracobdella Latasti *C. Vig.*). Note de M. C. VIGUIER, présentée par M. de Quatrefages.

« Cette petite Hirudinée vivait en parasite sur un Batracien d'Algérie, le *Discoglossus pictus,* ce qui, joint à une certaine ressemblance extérieure, l'avait fait prendre pour la *Glossiphonia algira.* Elle présente, comme cet animal, deux yeux seulement, mais s'en distingue du reste même à l'extérieur, par sa taille plus petite, sa forme plus régulière et non atténuée en avant, sa couleur plus verte et sa ventouse postérieure, proportionnellement plus large.

» Voici les résultats de l'étude anatomique.

» *Organes génitaux.* — Les orifices génitaux sont situés, le mâle sur le vingt et unième anneau, et la femelle entre le vingt-troisième et le vingt-quatrième. Il n'existe pas de verge développée, mais un simple bouton, comme chez les Glossiphonies; ce bouton est généralement placé un peu à droite de la ligne médiane, quand on regarde l'animal par sa face inférieure. Les épididymes sont très gros, et après un certain nombre de replis chacun d'eux s'amincit graduellement en un canal déférent fort délié.

([1]) *Comptes rendus de la réunion de la Société helvétique, tenue à Einsideln.*

Douze testicules, relativement gros, sont disposés en deux rangées régulières et parallèles. L'appareil femelle se compose de deux ovaires très petits, pyriformes, d'où partent des oviductes déliés, qui se rendent dans une matrice fort petite, située immédiatement au-dessus de la vulve; celle-ci est transversale et toujours exactement médiane.

» *Appareil digestif*. — Il existe, comme chez les Glossiphonies, une trompe exsertile, en arrière de laquelle l'œsophage a l'aspect d'un tube musculeux à fibres longitudinales et à fibres annulaires. Au-dessus des orifices génitaux se trouve un gros renflement pyriforme, brunâtre, visible par transparence sur l'animal vivant, et qui est constitué, de dehors en dedans, par des cellules brunes assez volumineuses et par de grandes cellules claires à noyau brillant, disposées tout autour de la lumière du tube digestif. Immédiatement en arrière de ce renflement, qui joue sans doute le rôle de foie, se trouvent les premiers cæcums latéraux, qui passent en avant des premiers testicules; cinq autres cæcums, de chaque côté, passent entre les testicules de chaque rangée. Enfin une septième paire de cæcums étroits vient en arrière de la dernière paire de testicules. La portion axile du tube digestif présente entre les cæcums des cellules petites et troubles, qui ont aussi peut-être le rôle de cellules hépatiques. En arrière des sept paires de cæcums étroits, et là où la cavité du corps n'est plus occupée par les testicules, viennent quatre paires de gros cæcums : les deux premières dirigées légèrement en avant, la troisième à peu près transversale, la quatrième dirigée en arrière. La portion terminale du tube digestif fait une petite anse à gauche, puis se dirige en ligne droite jusqu'à l'anus.

» *Appareil circulatoire*. — L'appareil circulatoire se rapproche beaucoup de ce que Budge a décrit chez la Clepsine; on peut même dire qu'il est à peu près identique, du moins pour ce que j'en ai pu découvrir. Toutefois les anses vasculaires de la tête s'avancent, en avant des yeux, plus loin que ne l'a figuré cet auteur. Le vaisseau cardiaque est tout à fait semblable.

» *Système nerveux*. — Le système nerveux est à peu près tel que Baudelot l'a décrit chez la Clepsine. Il se compose de vingt et un ganglions, non compris le collier et la masse postérieure. Dans notre type, la portion sous-œsophagienne du collier résulterait d'un groupement plus considérable et la masse terminale de la chaîne d'un groupement moindre que chez la Clepsine. Le nombre des grosses cellules contenues dans les vésicules accolées au ganglion serait moindre qu'on ne le voit figuré dans le Mémoire de Baudelot.

» En résumé, la Batracobdelle se rapproche des Glossiphonies ou

Clepsines par son système nerveux et son appareil circulatoire, tandis que la disposition générale des organes génitaux est plutôt ce qu'on trouve chez les Ponbdelles ou Pontobdelles, et que l'appareil digestif, bien qu'offrant une trompe comme chez les Clepsines, se différencie de ce qu'on voit chez toutes les autres Hirudinées par la disposition des cæcums et la présence d'un renflement hépatique. »

M. Coret adresse une Note « Sur un moyen d'obtenir le synchronisme des oscillations des balanciers des horloges comprises dans un circuit télégraphique ».

M. Montfort adresse la description d'un thermomètre dont les indications résultent de la dilatation de tiges métalliques.

M. A. Lemaitre adresse une Note intitulée : « Mémoire descriptif d'une nouvelle construction navale ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. D.